This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`

Eng
1018
65F

GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library

This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.

Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.

Enclosure

Scotini

Reclamation
vary.

MEMORIE IDRAULICHE

PREMESSE AI PROGETTI

PER

LA REGOLAZIONE DELLE ACQUE DELLE PROVINCIE

SULLA DESTRA

DEL BASSO-PO

DELL'ISPETTORE CAV. GEDEONE SCOTINI

TORINO
TIPOGRAFIA CERESOLE E PANIZZA
1865

MEMORIE IDRAULICHE

PREMESSE AI PROGETTI

PER

LA REGOLAZIONE DELLE ACQUE DELLE PROVINCIE

SULLA DESTRA

DEL

BASSO-PO

MEMORIE IDRAULICHE

PREMESSE AI PROGETTI

PER

LA REGOLAZIONE DELLE ACQUE DELLE PROVINCIE

SULLA DESTRA

DEL

BASSO-PO

DELL'INGEGNERE ISPETTORE CAV. GEDEONE SCOTINI

TORINO
TIPOGRAFIA CERESOLE E PANIZZA
1865

Eng 1018.65F

HARVARD COLLEGE LIBRARY
H. NELSON GAY
RISORGIMENTO COLLECTION
COOLIDGE FUND
1931

ESPOSIZIONE **delle calamitose condizioni di Reno-Primaro.**

ESAME **dei progetti di radicale provvedimento proposti fin qui.**

PROPOSIZIONE **di quelli che si giudicano necessari a compiere l'opera.**

1.° Fino ad un'epoca non tanto lontana, da farci mancare i più sicuri documenti storici, cioè fin verso la metà del XII secolo, scendeva il Po a Ferrara, e poco a valle della città bipartendosi nei due rami di Primaro e di Volano, che comprendono la laguna di Comacchio, creata appunto colle secolari protrazioni di foce dei due rami, tributava le proprie acque al mare. E manteneva in allora il fiume tale profondità di letto, che lo rendevano atto ad una felicissima navigazione, della quale godevano i ferraresi discendendo al mare, e dal mare rimontando con navigli anche di ben grossa portata.

2.° In una straordinaria e strabocchevole piena avvenuta nel 1152 il fiume ruppe l'argine sinistro fra Ficarolo e la Stellata, e mal chiusa la rotta, o come altri credono, all'evenienza di altra grossa piena nel 1192, per prave mire procuratane dalla mano dell'uomo la riapertura, le acque di Po irruppero per quella via, e facendosi man mano sempre più grosso il deflusso per la rotta, tornate inutili le grandi spese sostenute per tentarne l'interclusione, si venne creando il nuovo ramo di Po di Venezia, che doveva poi, come avvenne, assorbire l'intero deflusso delle acque del gran fiume.

3.° Come è ben naturale, a misura che più vivo ed in maggior copia si faceva il deflusso dell'acqua nel nuovo ramo di Venezia, il Po di Ferrara veniva inevitabilmente a perdere ognor più e di copia d'acqua e di conseguente velocità di corso; sicchè non solo perdeva il vigore ad asportare le deposizioni delle torbide delle piene proprie, ma ciò che più monta perdeva affatto di quella copia d'acqua e conseguente velocità di corso che gli sarebbe stata necessaria ad asportare le torbide, che col progresso del tempo venivano sempre più introducendovi il Reno ed il Panaro.

4.° Inevitabile conseguenza di tanto disordine quella esser doveva di un progressivo interrimento dell'alveo di Po di Ferrara, come in fatto avvenne, per modo che in esso non isfiorava più che qualche espansione di alta piena del fiume, restandone poi l'alveo affatto abbandonato. E coll'interrirsi dell'alveo di Po di Ferrara anche gl'influenti Panaro e Reno dovevano interrire il proprio letto ed alzare le proprie piene. Di qui incessanti rotte negli argini e desolanti allagazioni sulle campagne.

5.° Mancando agl'influenti Panaro e Reno l'invito di sbocco in Po di Ferrara già interrito, si aprivano essi corso fra gli interrimenti ed a ritroso del vecchio alveo, e ripristinavano la propria confluenza nel gran fiume non più nel ramo di Ferrara, sibbene nel nuovo di Venezia.

6.° Quant'era così provvida la natura, altrettanto improvvida si fece la mano dell'uomo. Illusi i ferraresi di poter riattivare nel vecchio alveo il corso del gran fiume, e colla speranza che potesse a ciò giovare il deflusso delle acque di Panaro e di Reno, sprecarono ingenti spese per conservarli divertiti dal Po di Venezia. Fortunatamente quanto al Panaro la natura la vinse, e questo fiume prese definitivamente corso in Po di Venezia, scendendo a ritroso per entro dell'interrito alveo di Po di Ferrara, e ripristinando così la propria confluenza nel gran fiume.

7.° Fatalmente altrettanto non avvenne di Reno. Sempre illusi i ferraresi nella chimerica speranza di poter richiamar all'antico suo corso il gran fiume, il che avrebbon voluto conseguire collo scavare ed approfondare l'alveo che si era interrito, ottennero da Papa Clemente VIII nel 1608, dietro consiglio dello idraulico padre Agostino Spernazzati, di poter intanto divertire il Reno sulla valle Sammartina, onde, bonificandola per colmata, poter poi nel frattempo procedere agli scavi del vecchio interrito alveo di Po di Ferrara, opera

gigantesca ed immensamente superiore alle forze di piccolo stato. Questa fatalmente fu l' origine di tutti i mali che desolarono e desolano le provincie di Ferrara, di Bologna e di Ravenna.

8.° Non mi farò qui a ripetere le vicende che d'allora in poi venne a subire il Reno; e solo anch'io qui riporterò la magistrale narrazione del chiariss. prof. Venturoli, che compendia la storia di Reno dal 1604 al 1767:

« Divertito sulla valle Sammartina il Reno, si ripigliarono più volte ma « senza frutto i tentativi per escavare il Po di Ferrara, che in ultimo restò « del tutto abbandonato. E intanto rotti gli argini della Sammartina cominciò « a vagare senza freno per le campagne di Ferrara e di Bologna, estendendo « sempre più le sue innondazioni. I successori di Clemente più e più volte « mandarono visitatori e delegati per trovare rimedio alle innondazioni, e « dare al Reno un regolato corso ed un termine. Convennero tutti in una stessa « sentenza, e questa fu di condurlo in Panaro e quindi in Po. Così opina- « rono Monsignor Ottavio, poi cardinale Corsini nel 1625; i cardinali Ferdinando « D'Adda e Francesco Barberini nel 1694; Monsignor Domenico Riviera nel 1717. « Ma sebbene l'inalveazione di Reno per questa linea fosse per ben due volte « ordinata, la prima da Gregorio XV con breve 2 giugno 1621, la seconda » da Urbano VIII con breve del 4 novembre 1628, con tutto ciò, ora per « la morte dei Pontefici, ora per inopinati contrasti, ne fu sempre differita « l'esecuzione.

« In ultimo, proposta e lungamente agitata la causa dalla Sacra Congrega- « zione alle acque, fu ordinata con sentenza 3 settembre 1717 l'esecuzione del « voto dei cardinali D'Adda e Barberini, e questa sentenza fu confermata nella « sessione 9 aprile 1718 dopo nuova udienza accordata alle parti. Questa fu « l'ultima delle decisioni emanate sotto il Governo pontificio per l'immissione « di Reno in Po.

« Ma questa non ebbe miglior effetto delle precedenti, perchè si opposero al- « l'esecuzione il Duca di Modena, l'Imperatore pel Ducato di Mantova, e la Re- « pubblica di Venezia, che ostinatamente ricusarono di ricevere Reno in Po. E « le opposizioni furono così gagliarde, che il Governo pontificio disperando di « superarle dovette rivolgere il pensiero a cercare se pur vi fosse qualche altro « rimedio.

« Frattanto i danni del Reno disalveato si facevano di anno in anno mag- « giori; i temperamenti coi quali si cercava di diminuirli, siccome rimedii pa- « gliativi, o tornavano inutili, o cercando di sollevare una parte del territorio « ne rovinavano un'altra.

« In fine volendosi pur trovare un recapito al Reno conducendolo altrove che « nel Po, fu ordinata nel 1760 la visita del card. Pier-Paolo Conti per ricono- « scere lo stato deplorabile delle cose, ed esaminare quattro linee ch'erano state « proposte pel Reno, e che con incredibile spirito e calor di partito erano so- « stenute ciascuna dai suoi campioni.

« Dopo una lunghissima visita ed una furiosa guerra di scritture la Congre- « gazione delle acque, il 12 marzo 1765, riprovò tutte e quattro le linee, e chiamò « tre periti imparziali, il P. Antonio Lecchi, gesuita milanese, il sig. Tommaso « Temanza, veneziano, ed il sig. Giovanni Verace, toscano, a visitare di nuovo « il centro di tanti mali e di tanta discordia, ed a suggerire per lo meno un « temperamento provvisorio. Piacque ai visitatori la linea del Primaro, e la Con- « gregazione dell'acque, non so se persuasa dalle loro ragioni, o piuttosto stanca « di così lungo dibattimento, e risoluta a troncare le interminabili dispute e « prendere al fine un partito, decise il 2 giugno 1767 l'inalveamento del Reno « per quella linea, *e comandò silenzio alle parti.* »

9.° Ecco come ebbe origine l'attuale corso di Reno–Primaro. Tornerebbe or qui inutile notare come venisse prescelta la peggiore e più lunga linea di corso al fiume, cui non potea non mancare la necessaria pendenza e conseguente velocità di corso a tenere sgombrato il proprio alveo dalle bellette e sabbie che il fiume convoglia in piena, e come i tre visitatori dal Venturoli ricordati nel proporre e far adottare il loro piano disconoscessero, o per lo meno male interpretassero le vere leggi del governo dei fiumi. Fermiamoci invece sulle conseguenze che ne sono derivate.

10. Mano mano che si andava compiendo la nuova inalveazione, con pari passo procedeva anche l'interrimento del letto del nuovo alveo, che lo rendeva incapace a contenere le proprie piene; e nel tempo stesso portava regurgito al deflusso della Savena e dell'Idice, che si dovettero perciò deviare, portandone più abbasso lo sbocco. E quindi ancora si dovette divertire totalmente l'Idice, utilizzandone la deviazione a colmatura delle valli di Marmorta. Ed in seguito venendo il pelo del fiume ad assumere sempre maggior altezza, per modo da togliere il deflusso agli scoli del III e IV circondario, si dovette colla rifabbrica delle chiaviche portare un poco più abbasso lo scolo dalla Beccara–vecchia alla Beccara-nuova.

11. Le piene del fiume, che facevansi ognor più imponenti ed alte, traboccando or a destra or a sinistra, e più spesso da ambo le parti, costrinsero ad

un progressivo e sempre maggior rialzo ed ingrosso degli argini, per modo che or torreggiano di dieci, dodici e ben anche tredici metri sul piano delle adiacenti campagne.

Ciò succede essenzialmente sopra circa 50 chilometri di tronco del fiume che sta a monte ed a valle della Bastia, dove si manifesta il maggior ventre della piena, sia in effetto dell'incontro dei due differenti piani di letto dotato a monte di Bastia di maggior cadente e sentitamente minore a valle, sia ben ancora in effetto del regurgito che vi porta la confluenza delli torrenti inferiori.

12. E tant'oltre vennero crescendo li disordini di rialzo di letto, e la conseguente altezza del pelo ordinario del fiume, che non più trovano le campagne sufficiente scarico ai proprii scoli, e conseguentemente vasti latifondi restano perennemente impaludati e sterili, quando non ancora forse un mezzo secolo addietro solcati dall'aratro davano copiosissimi prodotti.

13. Queste sono le sgraziatissime condizioni attuali di Reno-Primaro, condizioni che possono sibbene ognor più peggiorare, migliorare non mai.

Non succede più grossa piena di fiume che non apporti seco fatali rotte e desolanti allagazioni, e le rotte si fanno ognor più frequenti.

14. Si credette in passato di poterne contenere le piene rialzando e robustando gli argini, ed accorciando il corso del fiume con parziali tagli di raddrizzamento del suo alveo. Si son fatti li raddrizzamenti di Consandolo, di Argenta, di Longastrino, di Umano, ottenendo nientemeno che un totale accorciamento di linea di circa 12 chilom. Con ingentissime spese si sono rialzati e robustati gli argini, fino a portarli, come si è detto, in qualche punto a torreggiare colla corona dodici e tredici metri sul piano della campagna. Non pertanto le condizioni di Reno-Primaro peggiorarono, e sempre peggioreranno.

15. Un'ultima Commissione, che sedette in Ravenna nel settembre 1856 sotto la presidenza del sig. Ispettore Lodovico Zanardi, consultata sulli provvedimenti necessari ad un radicale rimedio ai tanti mali, concluse che certamente unico e radicale rimedio ai mali di Reno sarebbe stato quello di ripristinarne la confluenza in Po; ma essa non ravviserebbe più compatibile tale partito, perchè tolto il Reno dal Primaro ne argomenterebbe tali interrimenti di letto nell'alveo del Primaro stesso, portati dalli torrenti che vi si conserverebbero influenti, da far montare il pelo delle piene ad altezze superiori a quanto ora non avviene.

16. E per siffatto riguardo, e più ancora per non abbandonare un alveo di fiume con sì enormi spese regolato, giudica che Reno-Primaro è or definitivamente stabilito e sostenibile nel proprio corso.

Solo un ultimo e radicale provvedimento suggerirebbe onde prevenire ulteriori straripamenti e rotte, quello cioè di ampliare la sezione dell'alveo sino a metri 40 di larghezza di letto dalla Bastia allo sbocco del Santerno, ed a metri 50 inferiormente.

17. Considerando poi che sulli ciglioni delle golene più rapidi, come è naturale, avvengono gl'interrimenti, che non sulle golene stesse in unghia all'argine, e posto mente alla inevitabile conseguenza che a ridosso degli argini succede qualche più vivo corso d'acqua in piena, che non sulli ciglioni, così che in qualche modo il fiume si divide in tre distinti corsi, più vivo nel mezzo dell'alveo, abbastanza animato a ridosso degli argini, e lento sui ciglioni, la Commissione, giudicando ciò molto pregiudichevole al miglior deflusso della piena, proporrebbe come altro radicale rimedio quello di regolare la sezione dell' alveo del fiume collo smantellare detti ciglioni, spaltandone la terra a ridosso degli argini.

E come altro pur radicale provvedimento avrebbe proposto un ultimo raddrizzamento della svolta Sirocco dirimpetto a Sant'Alberto.

18. Il giudizio che Reno-Primaro è sostenibile nell'attuale suo andamento, che la Commissione di Ravenna pronunciava nel settembre 1856, sarebbe stato abbastanza smentito dal fatto delle due fatali rotte posteriormente avvenute nel 1859 e nel 1862 al froldo Passerino. Ma potrebbesi obbiettare, che ciò avvenne perchè non erano stati eseguiti quei provvedimenti che la Commissione aveva suggeriti. È quindi mestieri esaminare quali effetti avrebbonsi potuto attendere da siffatti provvedimenti.

19. È legge di natura che ogni fiume regola ne' varii suoi tronchi l'ampiezza di sezione del proprio alveo in un determinato rapporto colla propria portata di piena e colla cadente di pelo di cui può disporre nell'asta del fiume stesso. E, ferma la totale caduta dall'incile alla foce e la portata di piena del fiume, che si ammette non variino, se improvvidamente la mano dell'uomo restringe l'ampiezza della sezione che ha già assunto il fiume, per corrosione esso tosto se la ampia, se la ripristina; e viceversa se la mano dell'uomo la rende più ampia, con interrimenti ben tosto il fiume la restringe.

Qui non si tratta di preparare al liquido un recipiente che abbia maggior contenenza, e che essendo di forma invariabile consenta che il liquido stesso vi si mantenga dentro a minori altezze, trattandosi invece di avvisare ad una condizione permanente dell'alveo e ad un ben regolato deflusso del fiume in ogni suo stato, gli allargamenti d'alveo suggeriti dalla Commissione sarebbero riusciti di effetto effimero e di spesa sprecata.

20. Lo spianamento dei ciglioni delle golene con spaltamento della terra a ridosso degli argini, suggerito dalla Commissione, può certamente giovare a rendere più difficili e men contingibili le corrosioni nella fronte degli argini stessi, ma assai poche sono le rotte che per lo passato avvennero per corrosione in Reno-Primaro.

Le più frequenti delle molte che pur troppo si ebbero a lamentare avvennero sempre per tracimazione dalla corona degli argini, o per forti ed irreparabili getti d'acqua apertisi sulla campagna in unghia agli argini stessi.

21. Ciò che importa ottenere si è, che le piene montino men alte di quanto or accade, e certamente nessuno saprebbe ammettere che la piena possa ribassare se corre con minor altezza di colonna viva d'acqua sulla golena in un sito più o meno discosto dall'argine, o che possa gran fatto giovare la modalità di sezione dell'alveo, la quale per ciò che si è detto non potrebbe variare quanto ad ampiezza viva, nè gran fatto nella sviluppata lunghezza del contorno bagnato.

22. Disgraziatamente gli argini di Reno-Primaro si alzano basati, del pari che le golene stesse, sopra di un grosso banco di cuora che vi sottostà, e li passaggi d'acque e getti che talvolta si appalesano all'unghia dell'argine sulla campagna provengono dal letto del fiume attraverso la cuora per disotto la sede degli argini e delle golene, e non mai dall'acqua che sta sulle golene addossata agli argini. Ond'è, che a prevenire ed a rendere men contingibili li passaggi e getti d'acqua, che pur troppo portano talvolta la conseguenza di fatali rotte, a nulla possono giovare gli spaltamenti suggeriti dalla Commissione.

23. È dopo ciò evidente, che quando anche fossero stati eseguiti li due provvedimenti or ora esaminati, non avrebbon portato che un inutile spreco di spese, non mai alcun beneficio duraturo di ribasso di pelo della piena, nè tampoco minorati i pericoli, che provengono dai getti d'acqua.

24. Resta ora a vedersi qual beneficio di ribasso di pelo della piena potrebbe indurre il taglio suggerito a raddrizzamento della svolta Sirocco di rimpetto a Sant'Alberto.

Attualmente questa svolta misura una sviluppata lunghezza di metri 3000 incirca; e con opportuno taglio di raddrizzamento nella sua corda potrebbe il corso del fiume assumere la sola lunghezza di metri 2250, lo che accorderebbe un accorciamento di linea di metri 750 circa.

25. Questo taglio cadrebbe nell'ultimo tronco di Reno–Primaro, che eminentemente risente l'invito di sbocco in mare.

Il pelo di piena di tutti i fiumi, e così anche di Reno–Primaro, si dispone con sempre minore cadente mano mano che ne discende l'asta, per farsi minima nel penultimo tronco che precede l'ultimo di foce in mare. In quest'ultimo tronco della linea fluviale, sollecitato dalla chiamata di sbocco, che tanto ne ribassa la piena, il fiume va scendendo verso la foce in mare con pendenza sentitamente maggiore di quella che non gode nel tronco che immediatamente lo precede. In fatto il profilo di livellazione di Reno–Primaro, con tanta diligenza e sapere rilevato sotto la direzione del chiarissimo profess. Brighenti, fa conoscere che alla confluenza di Senio ad un poco presso ha origine l'invito alla foce di sbocco in mare delle piene del fiume, e che il pelo di questo a valle di detta confluenza si dispone con cadente di circa metri 0,31 per chilometro, mentrechè nel tronco immediatamente a monte della confluenza stessa il pelo della piena non assume maggior cadente di metri 0,17 per chilometro.

26. Or se col suggerito taglio di raddrizzamento della svolta Sirocco si accorcia l'avvertito ultimo tronco della linea fluviale, non altra conseguenza può seguirne da quella in fuori di protrarre all'insù il punto dove succede il cambiamento di cadente di pelo di altrettanto quanto è la misura dell'accorciamento di linea. E se detto accorciamento può portare qualche ribasso nel pelo della piena, questo ribasso evidentemente non può mai essere superiore a quello che otterrebbesi con pari accorciamento di linea, fatto nel tronco di fiume che comincia dal punto fino al quale va a farsi sentire l'avvertita chiamata di sbocco.

27. Per ciò che si è detto misurando la lunghezza di metri 750 l'accorciamento di linea che verrebbesi a conseguire col suggerito taglio della svolta Sirocco, e risultando di metri 0,17 per chilometro la cadente di pelo che in piena assume il fiume nel tronco che precede l'ultimo che gode dell'invito di sbocco, cioè a monte della confluenza del Senio, è evidente che il ribasso di pelo della

piena che può attendersi dall'effettuazione del taglio non potrebbe giammai essere superiore di metri 750 × 0,17 = metri 0,13: ribasso che andrebbesi certamente a perdere a pochi chilometri superiormente. Ma quand'anche potesse estendersi a tutta l'asta del fiume, come mai si potrà darsi a credere che ciò basti ad assicurare la stabilità degli argini ed a contenere nell'attuale suo alveo le piene di Reno–Primaro?

28. Ora, se li provvedimenti suggeriti dalla Commissione di Ravenna non avrebbon potuto prevenire le disgraziate rotte che effettivamente accaddero nel 1859 e nel 1862, credesi anche abbastanza dai fatti provato che Reno–Primaro è assolutamente non sostenibile nelle sue attuali condizioni; e tanto meno poi quando avvenga che si debba accrescere la portata o copia d'acqua delle sue piene, come in fatto ed indeclinabilmente deve succedere in un vicino avvenire.

29. Le piene del torrente Idice colla Savena, e della Quaderna con la Gajana e la Centenara sono in adesso condotte a spagliare sui bassi fondi di Durazzo, onde bonificarli per colmata. Tale bonificazione è già ormai pressochè compiuta, e per utilizzar codesti fondi colla coltivazione è inevitabil bisogno quello di procurare altro deflusso alle acque di questi torrenti, lo che non potrebbesi in altro modo conseguire, che coll'immetterle nell'alveo di Reno–Primaro, naturale recipiente delle acque tutte che scendono dagli Appennini bolognesi e ravennati.

30. Il professore Brighenti, che ha fatto profondi e speciali studii su di questo argomento, desume la portata di piena dell'Idice e Quaderna colli rispettivi influenti, che devono essere immessi in Reno–Primaro, di metri cubi 400 prossimamente al minuto secondo, e trovata di metri cubi 1000 quella attuale di Reno-Primaro alla Bastia, dove dovrebbe succedere la confluenza dell'Idice e Quaderna uniti, calcola che il rialzo che succederebbe nel pelo della piena del fiume monterebbe più alto di metri 2,20 di quanto ora avviene. E poichè, come egli osserva, dovrebbesi qui di altrettanto rialzare gli argini del fiume che già torreggiano, come si è notato, di dodici alli tredici metri sul piano di campagna, ne trae la dimostrazione della impossibilità di pratica esecuzione di un tanto rialzo, col ricordare come qui gli argini basano sopra un profondo banco di cuora, che ripetutamente ha dato luogo a forti cedimenti e rilevantissime avallazioni negli argini da richiederne più e più volte il ripristino con grandiosi rialzi ed ingrossi.

31. Avverte egli ancora, che in adesso sta un certo tal qual equilibrio tra la pressione portata dal peso della terra dell'argine sulla cuora, e la resistenza che offre la cuora stessa alla compressione o costipamento; equilibrio che verrebbe a rompersi, e certamente non senza andare incontro a gravi sinistri, quando si volesse accrescere il peso sulla cuora coll'addizione della nuova terra che si dovrebbe portare per un tanto rialzo d'argine. E ne conclude la conseguente assoluta impossibilità di alzare gli argini di Reno-Primaro all'altezza che sarebbe pur necessaria per contenere anche le piene dell'Idice e della Quaderna uniti, quando, fra non molti anni, si dovrà inevitabilmente farne la immissione.

Sono troppo evidenti siffatte argomentazioni del Brighenti per non dovere seco lui convenire sulla assoluta impossibilità di rialzare gli argini di Reno–Primaro quanto richiederebbesi per contenere anche le piene dell'Idice e della Quaderna.

32. Dimostrato dopo ciò come Reno–Primaro non è assolutamente sostenibile nelle attuali condizioni, e meno ancora quando accada di dovervi immettere anche l'Idice e la Quaderna, è palese che o rendesi necessario che la mano dell'uomo accorra ad eseguire veramente radicali e giudiziosi provvedimenti, o devesi lasciar che operi da sè il fiume. La natura non si lascia a lungo impunemente forzare. Il fiume si aprirà un varco, una via di nuovo alveo dal quale le forze dell'uomo non varranno poi più a toglierlo, o solo potranno riuscirvi con enormi difficoltà e dispendii. Ed a minaccia di chi stanno le maggiori probabilità di un evento di tanto grande sventura?

33. Li molti torrenti che sulla destra scendon dall'Appennino e confluiscono in Reno–Primaro non sempre corsero serrati fra argini di contenimento delle piene; per lungo e secolar lasso di tempo essi spagliavano sulle campagne; sicchè ne venne che sulla destra se v'hanno delle avallazioni fra dominio e dominio dei torrenti, ciò nullameno le campagne trovansi generalmente in una giacitura non poco più alta di quella delle campagne ferraresi sulla sinistra, le quali separate dal fiume non potevano venir bonificate dalle alluvioni dei torrenti, ond'è che anche gli argini maggiormente alti torreggiano sulla campagna più a sinistra che non a destra.

34. E per siffatta circostanza, e pel trito proverbio che l'acqua tende al basso, la probabilità di contingibili rotte e disalveazioni del fiume sta a danno del Polesine di San Giorgio, e più ancora a danno della laguna di Comacchio.

Ma sia che il Polesine di San Giorgio venga invaso con una naturale disalveazione che fosse per aprirsi il fiume, sia che ne resti invece invasa la laguna di Comacchio, ne conseguirebbe che per lo assoluto ristagno, che inevitabilmente succederebbe nel deflusso de' scoli, il Polesine di San Giorgio resterebbe, come vedremo, convertito in isterile palude, onde tutto sta sempre a maggior danno de' ferraresi, che più vivo dovrebbero perciò sentire il bisogno di una radicale ben ordinata sistemazione del fiume.

E quand'anche si prescinda dall'estremo fatto di un'assoluta disalveazione del fiume, il pericolo maggiore di fatali rotte e di desolanti e più vaste allagazioni, colla conseguenza di una più lunga durata di queste, sta sempre a sfavore del ferrarese (*).

35. Fatto chiaro l'indeclinabile, l'urgente bisogno di una radicale sistemazione del fiume, si passerà a sviluppare l'unico provvedimento con unanime sentenza suggerito dalli più eminenti luminari della scienza idraulica passati e presenti.

Ma siccome è pure stato suggerito di immettere il Reno a sfociare nella laguna di Comacchio, abbandonando la piscicoltura delle valli colla vista anche di bonificarle per colmata e conseguirne utile coltivazione, così, potendo darsi che da alcuno si propugni ancora più o men vivamente un simile partito, ci faremo prima ad esaminare anche la convenienza di esso.

36. Ed innanzi tutto importa notare, che se la immissione di Reno-Primaro nella laguna di Comacchio può giovare a ribassare il pelo del fiume per un notevole numero d'anni, non potrebbesi giammai riguardare tale provvedimento come radicale e permanente rimedio al male, avvegnachè il beneficio di ribasso di pelo delle piene verrebbe sempre mano mano perdendosi, e col volger d'un lasso d'anni, che certo non può da alcuno essere preveduto, ma non credesi potesse essere secolare, si riprodurrebbe quella tristissima condizione che ora si lamenta.

37. Fatta l'immissione in laguna, rapidamente in sul principio si sprofonderebbe il letto del fiume, e vuotandosene le sabbie, e per corrosione franando le sponde delle golene, e fors'anche gli argini dell'ultimo tronco di sfociatura, la terra e le sabbie verrebbero depositate a colmatura delle valli, ed il fiume andrebbe mano mano stabilendo il suo dominio fra queste alluvioni, e continuando

(*) Queste cose si scrivevano da pressochè due anni, cioè tanto prima che succedesse la rotta al passo del Gallo, che tanta desolazione reca alla provincia di Ferrara, e che le ha così evidentemente confermate.

il deposito delle materie, che nelle piene esso convoglia, tornerebbe progressivamente a ripristinarsi in quel lungo suo corso, che costituisce la causa essenziale degli attuali suoi disordini.

38. Certamente colla colmatura e bonificazione della laguna di Comacchio si verrebbe ad ottenere un ben vasto latifondo, che volto ad utile coltivazione potrebbe dare buon reddito agricolo. Ma questo non potrebbe giammai compensare la perdita della rendita di pesce che danno le valli, e molto meno quella che potrebbesi e dovrebbesi ottenere con una veramente industriosa piscicoltura, la quale non dovrebbe essere più oltre trascurata.

39. Oltre di che li prodotti conseguibili colla coltivazione della bonificata laguna non si otterrebbero che lentamente, dopo un lungo volgere d'anni; ed il reddito della piscicoltura andrebbe immediatamente perduto colla sola immissione del fiume nella laguna. E nel lungo frattempo fra la perdita di reddito del pesce e l'acquisto del prodotto agricolo, come si provvederebbe alli stringenti bisogni di sei e forse settemila abitanti della città di Comacchio, che campano la vita esclusivamente colla pescagione?

40. D'altra parte per sollevare dai danni cui soggiace il territorio bolognese e ravennate si può mo'sacrificare il fertilissimo territorio ferrarese del Polesine di San Giorgio come effettivamente accadrebbe coll'immissione di Reno–Primaro nella laguna di Comacchio?

41. È pur questo un argomento di seria importanza; e poichè tutti gli scoli del Polesine di San Giorgio confluiscono nella laguna di Comacchio, per poter ben conoscere la condizione degli scoli stessi e le conseguenze cui soggiacerebbono coll'immissione del fiume nella laguna, ci è d'uopo di osservare che li bacini di laguna che hanno libera comunicazione col mare vanno essi pure soggetti ad un alternato stato di flusso e riflusso, e l'altezza media fra il colmo di flusso e la secca di riflusso nei bacini stessi collima sempre a livello coll'altezza media di mare.

42. Nella valle Mezzano confluiscono tutti gli scoli del Polesine San Giorgio, e fin che questa valle resta aperta vi trovano scarico ad un'altezza di pelo collimante col livello medio del mare. Ma per il fatto detta valle non resta aperta che circa tre mesi e mezzo, e del rimanente resta chiusa. E durante quasi otto mesi e mezzo il pelo dell'acqua in essa valle contenuta conserverebbesi inalterato

se da un lato non ricevesse un costante incremento dalle acque che vi portano gli scoli, e dall'altro non conseguisse una costante perdita per la grande evaporazione che vi succede.

Il fatto prova che il continuo afflusso d'acqua de' scoli sopperisce appena alle grandi perdite di evaporazione che succede sopra tanto vasto bacino di laguna esposto alla potente azione del sole ed al soffio di impetuosi venti.

43. Nelle attuali condizioni pertanto gli scoli del Polesine San Giorgio trovano sempre nel recipiente bacino di valle Mezzano un'altezza di pelo prossimamente collimante col pelo medio di mare. Ma immesso Reno nella laguna, ed interrito detto bacino del Mezzano, dovrebbesi pur sempre procurare altrimenti lo scarico a questi scoli, ed in tal caso non potrebbesi in altro modo provvedervi che col raccoglierli in uno speciale condotto da aprirsi attraverso dell'interrita laguna, immettendone lo scarico direttamente in mare.

Tale condotto non potrebbe perciò assumere attraverso la laguna minor lunghezza di circa 27 chilom., e per portare in questo tutti gli scoli si verrebbe a prolungare circa di 30 chilom. la attuale lunghezza degli scoli per farli sfociare in mare anzichè nel Mezzano.

44. In questa prolungazione di condotto l'acqua non potrebbe assumere la necessaria velocità di corso senza disporre il proprio pelo sotto certa determinata cadente indispensabile al moto. Per quanto piaccia accordare generosa larghezza alla sezione dell'alveo del nuovo condotto, non si potrebbe giammai ottenere sufficiente deflusso alle acque, senza che il suo pelo assuma almeno la povera cadente di metri 0,05 per chilom. Ciò porta che il nuovo condotto alla sua origine, cioè al sito dove attualmente sboccano nella valle del Mezzano gli scoli del Polesine di S. Giorgio, verrebbe inevitabilmente ad assumere almeno almeno un'altezza di pelo di metri 1,50 sul livello medio del mare, e di metri 3,50 alla evenienza di burrasca per ciò che, come si è detto, il pelo di mare monta in allora fin d'oltre due metri sul livello medio; mentre nelle attuali condizioni li condotti di scolo del Polesine di San Giorgio, là dove sboccano nella valle del Mezzano, godono invece di tutta la depressione di pelo della valle stessa, che pochissimo differisce dal livello medio del mare.

45. Ond'è che in istato ordinario e tranquillo di mare la bonificazione della laguna di Comacchio cogli alluviamenti del fiume portando l'indeclinabile necessità di prolungazione al mare delli condotti di scolo del Polesine di San Giorgio, causerebbe anche in questo inevitabile regurgito ad un'altezza di circa metri 1,50

superiore a quanto ora avviene, e di ben metri 3,50 quando si combini anche alta burrasca di mare. E poichè si lamenta la poco felice condizione attuale degli scoli stessi, in quanto che il vasto latifondo del Polesine San Giorgio effettivamente gode in generale di poca prevalenza sul livello del mare, è anche evidente che queste ubertose e fertili campagne resterebbono convertite in una sterile e desolante palude.

46. Che se non tutta, ma sol una parte del Mezzano e della laguna inferiore di Comacchio si volesse cedere al dominio del fiume, oltre alla difficoltà e forse impossibilità di poter costruire un argine di divisione di tal mole ed altezza, da garantire la sicurezza delle altre valli segregate, resterebbe pur sempre gravissimo il pregiudizio che si verrebbe ad inferire al Polesine di San Giorgio ed ai comacchiesi. E per altra parte è pur evidente, che tanto più precario e di tanto più corta durata verrebbe a risultare il beneficio di ribasso nel pelo delle piene di Reno–Primaro, e tanto men notevole la diminuzione del pericolo di rotte e di allagazioni che potessero sperarne i bolognesi ed i ravennati (*).

47. Dimostrato come non è assolutamente sostenibile Reno–Primaro nelle attuali sue condizioni; dimostrato che il partito di immettere il fiume nella laguna di Comacchio tornerebbe fatalissimo a danno de' comacchiesi e de' ferraresi, senza portare un radicale e permanente rimedio contro i malanni che il fiume reca ai bolognesi ed ai ravennati, or resta a dire, come si è promesso, quale altro provvedimento sia stato riconosciuto invece di infallibile buon esito.

48. Li luminari della scienza idraulica, il Cassini, il celebre Guglielmini, il Grandi, il Galliani, il Manfredi, lo Ximenes, il Perelli, il sommo maestro Venturoli, il Pancaldi, ed altri, che si potrebbero qui enumerare, senza accennare ai celebri viventi come Paleocapa, Brighenti e Cavalieri di S. Bertolo, con unanime voto concorsero nella sentenza: che l'unico e radicale rimedio contro le sciagure che porta il Reno quello esser deve di restituirlo al gran fiume Po, naturale suo recipiente, dal quale improvvidamente la mano dell'uomo l'ha tolto.

Ma l'immissione di Reno in Po involgeva troppo opposti interessi, che non potevano non promovere accanite lotte, come infatti avvennero fra ferraresi e bolognesi, e vive opposizioni anche fra i limitrofi cointeressati Governi austriaco-veneto, estense e pontificio, che per quasi due secoli impedirono di poter venire alla pratica esecuzione dell'opera.

(*) Vedi in proposito la Memoria intitolata: « *Esame istituito dall'Ingegnere Ispettore Gedeone Scotini sulla Relazione del prof. cav. Francesco Luigi Botter.* »

49. Sorto col principio del corrente secolo il Regno d'Italia, la ferma volontà di Napoleone il Grande, che se ne creava re, sentito il Consiglio dei più distinti idraulici del Regno, con decreto 25 giugno 1805 ordinava senza più la immissione di Reno in Po. E l'esecuzione di questa grand'opera veniva di subito incamminata, ma restava poi in breve sospesa colla caduta del Regno stesso.

50. Felicemente e più ampiamente ricostituito ora il Regno di Italia, si agita in adesso se debbasi o meno compiere l'opera ordinata dal Grande Napoleone.

51. Ricorderemo come in una discussione promossa fra i dotti idraulici del Consiglio suddetto, alla quale prese parte lo stesso Imperatore, solo fosse tenacemente opponente l'illustre prof. Bonati. Quella molta dottrina, della quale come ognuno sa era fornito il Bonati, non tutta intera saprebbesi ravvisarla nelli di lui scritti sulla immissione di Reno in Po, senza che sorga il sospetto che nell'animo di lui abbia avuto influenza lo spirito di parte, come pur traspare dalla polemica anzichè no acre contro il secondo Guglielmini suo competitore.

52. E poichè per venerazione al proprio compatriota molte e rispettabili persone ferraresi seguendo le orme del Bonati, ed alle di lui sentenze appoggiati si stanno fermi nella opposizione contro l'eseguimento dell'opera, l'importanza dell'argomento esige di non ommettere la disamina di codeste opposizioni dal Bonati promosse.

53. Esso condanna l'immissione di Reno in Po coll'asserire, che in un corto volger d'anni il Reno interrirebbe siffattamente l'alveo del Po di Venezia da togliere ogni deflusso agli scoli delle campagne, e da far montare a strabocchevoli altezze le piene del gran fiume, colla conseguenza di desolantissime e fatali rotte. E viene a questa conclusione coll'affermare che Po di Venezia, anche senza di Reno, è in istato di progressivo interrimento del proprio alveo: interrimento che, come asserisce, crescerebbe in modo fatale quando dovesse pur ricevere le deposizioni di Reno, le cui piene non corrono contemporanee colle piene di Po. Ed ammettendo che la leggera belletta portata o lasciata da una piena di Reno possa essere asportata dal corso del gran fiume, o dalla successiva piena di questo, assolutamente nega che esso possa sollevare ed asportare le sabbie che pure vi immetterebbe il Reno.

54. Vuol egli provare il progressivo interrimento di Po di Venezia pretendendo

che le piene si portino in adesso a rilevanti maggiori altezze che non si conoscevano per lo passato; che del pari le acque ordinarie e magre del fiume siano più alte di quanto avveniva in addietro; che sia seguita una grande protrazione di foce, la quale in fatto non può non indurre negli ultimi tronchi rialzo di letto.

Conferma poi il fatto degli asseriti interrimenti col riportare alcuni riscontri fatti sulla misura dell'ampiezza di alcune sezioni del fiume.

55. Nel secolo passato, e più ancora nel presente, l'agricoltura prese un sempre crescente e rapido sviluppo, e dappertutto si venne a difendersi dalle espansioni dei fiumi, marginandoli fin verso all'origine con argini di contenimento delle piene. E del pari anche negli ultimi tronchi prossimi alla foce si venne marginandoli con argini per volger a coltivazione le valli sulle quali anticamente spagliavano le acque. Conseguentemente nello scender queste dai monti non ponno più espandersi sulle campagne, ma, restando invece contenute nell'alveo del fiume, diventa inevitabile, che debbano scaricarsi in più corto tempo, quindi con maggior portata, ed assumere conseguentemente maggior altezza viva sul letto, dipendentemente anche da qualche regurgito, che non può non succedere, restando esse contenute anche nelli ultimi tronchi prossimi alla foce.

Quindi è che, se le piene ora montano a maggior altezza che per lo passato ciò punto non prova che siasi rialzato anche il letto.

56. Del pari in ogni paese la mano dell'uomo venne aprendo perenne deflusso a quelle acque che per lo passato impaludavano vasti territori or guadagnati all'agricoltura. E certo tale perenne deflusso di scolo delle acque, che per lo addietro stagnavano sulle valli, doveva inevitabilmente accrescere la portata ordinaria anche delle acque magre del fiume e la conseguente sua altezza viva di deflusso sul letto, e pertanto nemmeno la maggior altezza di stato magro del fiume, se pur fosse vera, non farebbe punto prova che siasi rialzato con interrimento l'alveo.

57. Quanto alle conseguenze di rialzo di letto, derivante dalla protrazione di foce, difficile a constatarsi, non ci occuperemo di dimostrare la minima o nessuna influenza che ne è fin qui derivata, e verremo invece ad occuparci del merito delle prove che dà il Bonati intorno agl'interrimenti d'alveo che egli accusa succeduti in Po di Venezia, fermandoci particolarmente là dove li trova di maggior entità.

58. Egli dice che a Pontelagoscuro dirimpetto a Santa Maria Maddalena

dal 1693 al 1804 è succeduto un interrimento d'alveo di 36 pertiche quadrate date dall'area compresa fra il contorno della sezione d'alveo rilevata nel 1693 e quello della sezione stessa ripetuta nel 1804; ed aggiunge che altro interrimento di 16 pertiche quadrate lo trova egualmente avvenuto dal 1804 al 1808, interrimenti che assieme danno pertiche 52, corrispondenti a metri quadrati 75,10, rappresentati, come ripetesi, dall'area compresa fra li due contorni d'alveo della stessa sezione rilevata nel 1693 e ripetuta nel 1808, cioè dopo 115 anni.

Ora siccome in questa situazione il Po misura la media larghezza di metri 300 circa, se ne dedurrebbe che in cento quindici anni ha alzato mediamente il proprio alveo di m.^{i} q.^{i} $\frac{75,10}{300} = 0,25$, ossia in ragione di 21 centimetri al secolo.

Tale rialzo, se pur fosse vero, certamente non dovrebbe sgomentare nemmeno quelli che se ne preoccupassero.

59. Prescindendo dal notare, che tanto meno saprebbesi prestar fede agli interrimenti accusati dal Bonati, in quanto che quelli che riporta di maggior entità corrispondono là dove il fiume scorre in un alveo maggiormente ristretto, e dove in conseguenza più difficilmente avrebbon potuto avvenire, soggiungeremo invece, che chi conosce un po' la pratica dell'ingegnere, chi ha veramente eseguito delle sezioni in un gran fiume, qual'è appunto il Po, ben sa che una sezione ripetuta non già dopo un secolo, ma dopo un anno, sia per non essere nella ripetizione tagliata con matematico rigore sulla stessa linea, sia per le piccole anomalie di deposizioni o vuotamenti delle sabbie del letto, che sostanzialmente non alterano l'alveo del fiume, sia per la diversa mano dello scandagliatore, sia per risultarne un po' più, un po' men tesa la corda di guida allo scandaglio, sia ben ancora per non essere state tagliate le due sezioni, che si confrontano, con parità di tempo posteriore ad una grossa piena di pari altezza e di eguale durata, tutte siffatte cose ponno ben portare fra li contorni d'alveo della sezione primitiva e di quella ripetuta aree di supposti interrimenti o sprofondamenti, ben più rilevanti che non sono gli interrimenti accusati dal Bonati nel lasso di circa un secolo di m.^{i} q.^{i} 19 50 alla punta di Ariano

» 18 80 all'osteria delle Papozze
» 46 20 alla chiavica Certosini
» 39 00 alla Rimbaldesa
» 52 00 a Lagoscuro
» 66 40 al froldo Riminalda
» 43 30 alla Stellata

che non ponno perciò nulla provare. Anzi la piccolezza di siffatte secolari

differenze fra li contorni delle sezioni primitive e delle ripetute potrebbesi averla qual prova che da oltre un secolo l'alveo di Po di Venezia si è conservato senza apprezzabili variazioni.

60. E che così sia ce lo conferma il chiarissimo idraulico comm. Elia Lombardini, che circa quarantacinque anni dopo li pronostici fatti dal Bonati, con vasto sapere ed ammirabile diligenza rovistando documenti antichi e recenti, venne a far conoscere colla di lui Memoria sui *Cangiamenti cui soggiacque l'idraulica condizione del Po*, che se pur è succeduto qualche alzamento di letto non è fin qui notevole, nè stabile, e meno ancora crescente in modo sensibile, e che se può restare qualche incertezza di lieve rialzo di letto limiterebbesi questo al tronco fra la Stellata e Santa Maria Maddalena, e forse anche a quello superiore presso Ostiglia; e quando ciò pur fosse sarebbe da attribuirsi ai fiumi torbidi dell' Appennino. Ciò stante noteremo che, se in queste difficilissime ricerche, e dopo indefessi e pazientissimi studii, il distinto idraulico non crede poter pronunciare un assoluto e positivo giudizio, e lasciò solo qualche lontano dubbio di lieve alzamento, ciò in ogni modo fa prova della tenuità del rialzo avvenuto nel lasso secolare di tempo.

61. Dimostrato non vero od inconcludentissimo l'asserito progressivo interrimento dell'alveo di Po di Venezia accusato dal Bonati, or è d'uopo fermarsi intorno ai pronostici che fa sugli effetti attendibili dall'immissione di Reno in Po. Supposte, come si è detto, non contemporanee le piene di Reno e di Po, ammette sibbene il Bonati, che le leggere bellette che tiene in sospeso l'acqua di piena di Reno, o che di fresco deposita nell'alveo di Po, possano venire dall'ordinaria corrente del fiume od all'evenienza di una prima piena asportate, ma non così ammette lo asporto delle sabbie, che una volta portate dal Reno resterebbono, come ei dice, per attendere nuove soprapposizioni, sì che nel volgere di non lunghi anni succederebbono spaventosi interrimenti. Intende il Bonati di provarlo asserendo di aver misurata di miglia 7 1/2 all'ora la velocità di Reno in piena, e di aver trovato di sole miglia 2 1/2 quella di Po in istato morbido, sicchè argomenta essere questa assolutamente insufficiente a sollevare ed asportare le sabbie del Reno.

62. Noi osserveremo dapprima, che a diciannove chilometri a valle della Panfilia (che altrettanti ne corrono dalla Panfilia al punto dove il Reno verrebbe immesso nel gran fiume) il Reno non presenta nell'attuale suo alveo che belletta e fina aggestione, ma, ammesso pure che esso porti commista qualche po' di

sabbia, noteremo che l'argomentazione che fa il Bonati per le sabbie di Reno potrebbesi del pari ripetere per Panaro, per Secchia, e per tutti gli altri influenti, e malgrado siffatta argomentazione sta il fatto che a monte della Stellata ed a valle il gran fiume conserva sgombrato il proprio alveo dalle sabbie che non ponno non portarvi tutti li suoi influenti.

63. Risponderemo di poi, che è legge di natura nel corso dei fiumi, che le sabbie, anche più o men granite, non sospese, non incorporate coll'acqua, come si esprime il Guglielmini, e come avviene della belletta, non pertanto discendano strisciando sulle maggiori profondità di letto.

Ad ogni ricorrenza di morbida e di piena di fiume, secondo la maggior o minor sua portata, e secondo la maggior o minor durata della morbida o della piena stessa, le sabbie se non sollevate, smosse pur sempre, discendono con maggior o minor cammino lungo l'asta del fiume, ed ogni granellino, mano mano che più o meno discende, fa luogo in pari tempo ad altro granellino che scende dal tronco superiore, fin che con questa ripetizione di processo ogni granellino arriva al mare. È in questo modo, e con questa indeclinabil legge di natura, che ne' fiumi di stabilito corso, inalterati se ne conservano il letto e l'alveo. E guai a noi che altrimenti succedesse!

Ond'è, che comunque piaccia al Bonati asserire il contrario, anche le sabbie vanno al mare, e pur di granite se ne trovano nel fondo delle foci del Po ed in mare. E nessuno potrà giammai ammettere, che le sabbie di Reno possano far eccezione a quelle degli altri influenti ed alle leggi generali di natura.

64. Non è dato sapere sotto quali condizioni correva il gran fiume quando prima della rotta di Ficarolo scendeva con tutta intiera la sua massa d'acqua nel Po di Ferrara. Questo ben si sa, che esso godeva di tale profondità di letto da ammettere una felicissima navigazione, anche con navi di grossa portata, di che fan prova li trofei che li ferraresi conservano di sostenute lotte navali.

In allora Reno e Panaro vi tributavano sibbene le proprie acque, ma non ancora le materie che depositavano, per la parte principalissima, sulle valli attraverso le quali spagliavano.

Succeduta la fatale rotta di Ficarolo, le acque del gran fiume trovavano forte invito a scaricarsi per essa e spagliare sulle basse ed interminate valli che dovevano preferire in confronto dello scender serrate, se non fra gli argini, fra le alte sponde, che costituivano il dominio e l'alveo del Po di Ferrara. Non

poteva quindi non succedere che la rotta non si ampliasse, non si sprofondasse e venisse appunto per ciò a farsi così sempre maggiore il corpo d'acqua che scendeva a creare, come avvenne, il nuovo ramo di Po di Venezia, ed in pari tempo a scemare la massa d'acqua e con essa la velocità di corso nel vecchio Po di Ferrara.

65. Quando un fiume corre di preferenza con maggior velocità in un ramo d'alveo, per abbandonarne un altro, lascia del pari con preferenza le proprie deposizioni di torbide in quello che abbandona, e nel quale corre con minor velocità. Così in fatto avviene, che un fiume va sempre man mano interrendo quel ramo che appunto per ciò deve poi affatto abbandonare. Così, e non altrimenti ritiensi che debbano essere succeduti li primi interrimenti, le prime perdite di profondità dell'alveo di Po di Ferrara, avvegnachè li fiumi Reno e Panaro, che si espandevano sulle valli col tributarvi le loro acque, non potevano ancora portarvi che in piccola parte le proprie più leggere deposizioni.

66. Ma ben altrimenti procedettero le cose di poi. Il Reno ed il Panaro costituendosi un dominio sulle valli, e venendo a correre chiusi in questo, vi andavano portando dentro sempre maggior copia di deposizioni, e ne veniva quindi un sempre maggior impoverimento delle acque che il gran fiume pur continuava ad immettere nel Po di Ferrara, scemando perciò gradatamente, ma continuamente, quella velocità di corso che avrebbe altrimenti contribuito a tenere sgombrate le deposizioni stesse.

67. Due cause quindi concorsero a sollecitare gli interrimenti nell'alveo di Po di Ferrara, la crescente copia delle torbide che vi portavano il Reno ed il Panaro, e la successiva perdita di massa d'acqua che sempre in minor misura vi tributava il gran fiume, fin che affatto cessò di correrví; e così si modificò del pari il regime dei detti due influenti Panaro e Reno, i quali andarono via via perdendo l'impulso delle acque del gran fiume, fin che non rimase loro che quella velocità di corso che conveniva alle proprie condizioni idrauliche.

68. Il Panaro provvide da sè. Ha restituita la propria confluenza nel gran fiume, ed ha trovato in essa la velocità necessaria a conservare sgombro l'alveo dalle proprie deposizioni.

Disgraziatamente non così avvenne del Reno, che, mentre avrebbe avuto bisogno di essere sussidiato dalla velocità di altro grosso e vivo corso d'acqua, venne condotto alla condizione di dover sussidiare invece il corso delle acque

che in Primaro portano li torrenti Sillaro, Santerno e Senio, ed in passato vi portava anche il Lamone. Le conseguenze non potevano quindi essere diverse da quelle che fatalmente si verificarono.

69. Dopo tutto ciò nessuno, ci sembra, potrebbe mettere in dubbio che ben altrimenti sarebbon procedute le cose se il gran fiume avesse sempre continuato a correre con tutta la sua massa d'acqua nel Po di Ferrara. Questa massa avrebbe conservato profondo e sgombro il proprio alveo malgrado le materie portatevi dal Reno, come il fiume stesso ha mai sempre conservato sgombre quelle che vi portano tant'altri suoi confluenti, compreso lo stesso Panaro. Nè le condizioni avrebbero potuto cambiare, per essersi al Po di Ferrara sostituito il Po di Venezia, se il Reno stesso avesse come il Panaro potuto aprirsi la via verso il gran fiume.

70. Ultimo forte argomento delle opposizioni all'immissione di Reno in Po promosse dal Bonati è quello della maggior altezza che verrebbe ad assumere il pelo delle piene del gran fiume. Escluso per le addotte ragioni il rialzo di pelo, che il Bonati avrebbe voluto dedurre come conseguenza del rialzo di letto, è del resto indubitabile che, portando nel fiume un nuovo corpo d'acqua, questo non può non indurre una maggior altezza viva di pelo sul letto.

Tale rialzo però può solo in allora tornare dannoso quando venga a verificarsi ne' momenti che il fiume recipiente corre esso pure gonfio, e tocca o si avvicina alla massima sua elevazione. Cioè le più sfavorevoli condizioni accadranno allorquando si combini un'assoluta contemporaneità di colmo di piena di Po con quella del Reno che vi si immette. Ma lo stesso Bonati dichiara, che le piene di Reno non sono mai contemporanee a quelle di Po, per ciò che hanno tanto diverse origini, e tanto meno può quindi verificarsi un'assoluta contemporaneità nei colmi delle due piene. Come dimostreremo in appresso la probabilità di un simile evento è tanto lontana da doversi tenere assolutamente impossibile.

71. Ciò nullameno anche in questo estremo e non possibil caso giova conoscere qual sarebbe il rialzo che potrebbe portare la piena di Reno sul pelo di quella di Po. A tal uopo la prima ricerca da farsi è quella di conoscere la portata della piena di Reno che si immette in Po, e ciò ci induce a dover premettere qualche considerazione generale sul deflusso delle piene dei fiumi.

72. Un fiume di regolato corso in istato ordinario, quantunque discenda l'asta con sempre minor cadente di letto e di pelo, e conseguentemente del pari con

sempre minor velocità di corso, non pertanto in ogni successivo suo tronco scarica sempre la stessa portata d'acqua. Sopperisce nelli tronchi inferiori alla perdita di velocità coll'assumere invece maggior area di sezione viva.

73. Ben altrimenti avviene quando la piena monta nel fiume, e dal fiume si scarica. Appunto per la grande cadente di letto, che il fiume ha all'origine e nei tronchi superiori, esso vi discende, e con gran velocità porta la piena ai tronchi inferiori, i quali non potrebbon scaricarla che coll'assumere maggior ampiezza di sezione viva, per ottenere la quale è d'uopo che se ne riempia da prima il vaso dell'alveo.

Sicchè non con quella prontezza colla quale il tronco superiore versa gli incrementi della piena al tronco inferiore può questo scaricarla, dovendo succedere un rallentamento nel deflusso, o direbbesi quasi un ristagno degli incrementi stessi a riempimento dell'alveo del fiume, il quale rallentamento sarà tanto maggiore quanto sono più distanti l'uno dall'altro i due tronchi considerati.

74. Succede quindi, che fintantochè la piena colli continui incrementi arriva a toccare l'altezza che il colmo prende sopra il pelo ordinario nel tronco superiore, anche nel tronco inferiore col progressivo gonfiarsi dell'alveo essa giunge ad assumere l'area massima di sezione viva, portando il pelo di piena alla corrispondente massima altezza sul pelo ordinario del fiume. E fintantochè in questo inferiore tronco l'alveo non ha conseguito il completo suo riempimento, corrispondente alla portata della piena, il deflusso d'acqua che scende dal tronco superiore è sempre maggiore di quello che scarica il tronco inferiore medesimo.

Il colmo nel tronco inferiore succede sempre dopo di quello del tronco superiore, e con tanto maggior ritardo quanto più son discosti li due tronchi. Sicchè nel tronco inferiore succede il colmo quando la piena già decresce, o ben anche quando ha cessato nel tronco superiore. E la misura dell'acqua che passa in un dato istante di colmo del tronco inferiore è lungi dall'essere quella stessa dell'acqua che passava nello istante di colmo del tronco superiore, ma è quella dell'acqua discendente dal superiore, che il tronco inferiore medesimo riceve in questo dato istante, aggiunta a quella che fino all'istante stesso si andò raccogliendo nell'alveo del fiume, finchè questo toccò la massima altezza.

75. Prima che la piena nei due tronchi raggiunga il colmo per qualunque omologo stato d'acqua del fiume, la quantità d'acqua che scende nella stessa unità di tempo dal superiore è sempre maggiore di quella quantità che si scarica dall'inferiore, perchè di quella una parte è impiegata a compiere il riempimento

dell'alveo. Onde è, che in ogni omologo istante, e nell'istante stesso di colmo, l'inferiore scarica una portata di piena minore della portata di colmo del tronco superiore.

76. Passato lo stato di colmo del tronco inferiore, gli incrementi d'acqua che può ricevere dal superiore si fanno sempre in ragione decrescente, ma l'inferiore deve scaricare, oltre l'acqua che per tal modo riceve in misura minore, quella che già raccolse nell'alveo.

Ciò può bene esser cagione che il fiume si conservi nel tronco inferiore più o meno lungamente allo stato di colmo quasi inalterato, che suolsi dire *stanca,* ma non mai che possa scaricare maggior copia d'acqua di quella che scaricava all'istante in cui toccava il colmo medesimo. Il che dimostra, che la portata di colmo della stessa piena deve risultare sempre minore quanto più a valle nei tronchi inferiori venisse misurata. Od in altri termini, la massa d'acqua che nella stessa unità di tempo, il minuto secondo, scarica nell'istante di colmo di piena, il tronco superiore è sempre maggiore di quella che del pari nell'istante di colmo e nella stessa unità di tempo scarica il tronco inferiore.

77. Ciò rende ragione come avvenga che la portata di piena di un ultimo tronco di fiume è sempre grandemente minore di quella che si misura ne' tronchi superiori, e ben ancora sempre notabilmente minore della somma delle portate delle parziali piene de' suoi influenti, che lo ingrossano con successione di tempo.

78. Questi fatti succedono ancor più sentiti nei fiumi-torrenti, le cui piene sono sempre più repentine e di più corta durata.

E fermandoci particolarmente intorno alle piene di Reno, accenneremo come il professore Brighenti, che su di queste ha fatto molti e maturi studii, osserva che esse non discendono come un'alta onda che percorra l'asta del fiume dalla chiusa di Casalecchio al mare, ma sibbene per modo che la piena scendendo, e mano mano riempiendo il vuoto alveo, impiega nello scaricarsi dall'uno all'altro tronco un tempo sempre maggiore a misura che passa nei tronchi inferiori, per cui sempre minore ne risulta la misura della sua portata. A tal che mentre, come egli accenna, misurava di metri 1811 la portata in colmo della piena 14 settembre 1842 alla chiusa di Casalecchio, la stessa piena di Reno, unita a quella che inferiormente riceveva dal Samoggia e suoi influenti, la riscontrava di soli metri 1054 alla sezione di Malta presso la Panfilia, e la trovava poi ancora minore e di soli metri 923 dopo ricevute anche le piene di Sillaro, Santerno e Senio alla Balladoro, cioè inferiormente alla confluenza di quest'ultimo torrente.

Sicchè appare evidente, che mentre la durata della piena a Casalecchio fu, come avverte, di ventun'ora, essa dovette impiegare per lo meno un tempo doppio nel vuotarsi dall'alveo della Panfilia, per poco che si voglia aver riguardo all'aumento di portata dovuta all'influente Samoggia con Gheronda e Lavino.

79. Ora poichè l'alveo predisposto al Reno-nuovo misura una sezione rilevantemente più ampia che non è quella che ha nell'attuale suo tronco a monte della Panfilia, serrato come è fra altissime golene, è evidente che nel riempiersi questo, e nel vuotarsi con iscarico in Po alla Stellata, deve impiegare un tempo ancor maggiore di quello che attualmente gli abbisogna allo scarico della stessa piena al disotto della Panfilia. Sicchè la portata di piena di Reno-Samoggia nell'ultimo tronco, cioè alla sua foce in Po, riuscirà alquanto minore di quella misurata come si è detto alla Panfilia.

80. Ma avvi altra considerazione da farsi, che molto importa di non ommettere. Noi non possiamo nè dobbiamo considerare il caso di un libero sbocco di deflusso della piena di Reno con uno stato basso e magro di Po, ma sibbene dobbiamo considerar quello di una piena di Reno combinata con un'alta piena del gran fiume, da che effettivamente cerchiamo il rialzo di pelo che può sopra di questa indurre la piena di Reno.

81. Se un alto stato di Po in piena toglie, o diciam meglio difficulta lo scarico del confluente Reno, è evidente che tale circostanza porta, che quanto più alto monta il Po, tanto sotto minor cadente deve indeclinabilmente disporsi il pelo della piena di Reno rimontando dalla Stellata in su. Nè è questo affare di piccol momento. Dallo stato ordinario a quello di massima piena avvi in Po una differenza che varia dalli 4 alli 5 metri, quindi di altrettanto andrà a farsi la perdita totale di caduta di pelo nell'ultimo tronco dell'asta di Reno-nuovo, quando scenderà a scaricarsi con uno stato di massima piena in Po, in confronto di quanto avverrebbe con uno stato ordinario d'acqua del gran fiume.

E tale circostanza ben deve portare rilevantissima perdita di velocità dall'uno all'altro caso. Ma la perdita di velocità porta con sè indeclinabilmente un maggiore e più lungo lasso di tempo, che al fiume abbisogna per lo scarico della stessa massa d'acqua di piena: tempo che deve previamente impiegare nel riempire il proprio alveo che cresce di capacità al crescere dell'altezza viva di pelo sul letto, e nel gonfiarsi per assumere quella nuova cadente di pelo che gli è necessaria allo scarico della propria piena, rimontando l'asta del fiume dalla Stellata all'insù.

82. Ora se lo scarico delle piene di Reno esige un tempo tanto maggiore quant'è più alto lo stato della piena di Po, ciò prova che tanto minore si farà la portata di scarico della piena di Reno quanto più alto troverà il pelo di piena del gran fiume. Questo, sibbene, anzi appunto per ciò succeder deve, che più lungamente durerà lo scarico della piena di Reno quanto più alto trova il Po. Di fatto l'osservazione eminentemente ci prova che tutti gli influenti d'un gran fiume quando restano dalle piene del recipiente regurgitati si conservano nell'ultimo tronco di confluenza lungamente in istato di piena, comunque da lunga pezza sia cessata nei tronchi superiori. Ciò, come è ben naturale, ripetesi, succede per la perdita di velocità che vi induce il regurgito, che scemando la portata di scarico richiede più lungo lasso di tempo a smaltire l'intiera massa d'acqua della stessa piena.

83. Dopo ciò è ad evidenza dimostrato, che la portata di piena che può immettere Reno in Po, quando il gran fiume trovasi veramente in istato di massima elevazione, deve essere molto inferiore alla portata, che nelle ordinarie condizioni scarica il Reno stesso nel proprio alveo alla Panfilia, e che è stata misurata dal prof. Brighenti di metri cubi 1054. — Nessuno, che sappiamo, degli idraulici, che si occuparono intorno alla ricerca della maggior altezza che potrebbe indurre sul pelo di massima piena del gran fiume la immissione di Reno in Po, ebbe mai a farsi carico delle circostanze or da noi avvertite, che pur sono di molta ed essenziale importanza sui dati che servir devono di base alla ricerca stessa.

84. L'illustre Venturoli, accettando le esperienze fatte dal Guglielmini nella visita d'Adda–Barberini, rettificava la misura di portata della piena di Reno in metri cubi 334 al secondo, che potrebbesi senza esitanza accettare colla condizione che il deflusso venga a farsi con un contemporaneo alto stato di massima piena di Po. — Non pertanto fermi di voler peccare in eccesso, non mai in difetto, assumeremo la portata di piena che può scaricare Reno durante una contemporanea massima piena di Po (a cifre rotonde) in metri cubi 700.

85. Rispetto alla portata della piena di Po, il prof. Brighenti la assume di metri cubi 5150, che evidentemente toglie dalli *Cenni idrografici sulla Lombardia* pubblicati dal Lombardini, il quale deduce tale misura basandosi sopra una scala che ha composto sugli efflussi di Po riferiti a differenti altezze di pelo sulla guardia dell'idrometro di Pontelagoscuro *(Prospetto* V). Ma se tale scala poteva forse servire a desumere li rapporti di media annua portata d'acqua del gran fiume, credesi di non poterla del pari accettare per dedurne la portata di massima

piena di Po. Avvegnachè ci sarebbe pur dato di osservare, che riferendo il Lombardini come la massima piena del 1839 salì a Pontelagoscuro a metri 2 96
sulla guardia, e quella misurata nel giugno del 1815 dal cav. Bonati » 1 84
lo che porta una maggior altezza di pelo di . . . . . metri 1 12
non saprebbesi ravvisare abbastanza proporzionata la maggior portata di piena che il Lombardini ci dà di . . . . . metri cubi 5150
rispetto a quella che pur ci riporta stata misurata dal Bonati di » 4740
La differenza che se ne deduce di soli . . . . . metri cubi 410
è da credersi inferiore al vero.

Accettando la velocità di corso metri 1,269, e la larghezza media della sezione che si deduce di $\frac{3735}{7,32} = 102$, misurate dal Bonati, e riportateci dal prof. Venturoli (misure queste che tutte e due dovevano farsi maggiori in una più alta piena), si desumerebbe che l'aumento di portata avrebbe dovuto essere superiore a $1,12 \times 1,296 \times 510,2 = 725$.

Il Venturoli ed il Sereni, in appoggio delle esperienze fatte da Eustachio Manfredi, calcolano una portata maggiore, cioè di metri cubi 5454 il primo e metri cubi 5478 il secondo. Ma le misure fatte dal Manfredi non ponno certamente corrispondere con una piena di così enorme altezza qual si fu quella della piena 1839, avvegnachè il Po alzò rilevantemente il pelo delle proprie piene, e ne crebbe la portata sopra quanto accadeva un secolo addietro in cui furon fatte le misure. Diffatti essi hanno assunto un'area di sezione viva della piena di metri quadrati 3282 con una cadente di pelo di metri 0, 0000996, quando la sezione viva della piena 1839, come vedremo in appresso, ci risulta di metri quadrati 4308, con una cadente di metri 0, 000104. E questo ci sarebbe altro argomento della poca attendibilità della misura dataci dal Lombardini (*Vedi Nota* A).

86. E pertanto non potendo prestare nessuna fede alla esattezza della misura di massima piena di Po dataci dal Lombardini, or ne faremo ricerca con altri dati, che desumiamo da un diligente profilo di livellazione che riporta il pelo della piena 1839, e va corredato di ventitrè sezioni d'alveo del fiume, rilevate dal sig. Goretti, or ingegnere capo del Genio civile.

Di queste sezioni scegliamo la XX, che presenta un alveo meglio regolare e corrisponde ad un tronco di fiume alquanto a valle di Francolino, di buono e regolare andamento, e poco discosto da Fossadalbero.

Da questo profilo di livellazione desumiamo, che il pelo della piena 1839

all'idrometro di Francolino corrispondeva sull'orizzontale a . . metri 12 82
ed a quello inferiore di Fossadalbero . . . . . » 12 18
lo che dà una totale cadente di . . . . . metri 0 64
sopra di una lunghezza di tronco di fiume di metri 6152, e corrisponde quindi ad una cadente di pelo $p = 0{,}000104$.

La sezione è tagliata ad un chilometro a valle dell'idrometro di Francolino, e quindi il pelo della piena corrispondeva a metri 12,72 sull'orizzontale della livellazione e della sezione. Riportata e calcolata questa altezza di piena otteniamo li seguenti elementi:

$S = 4307{,}60$ area della sezione viva.
$L = 414{,}00$ media larghezza.
$C = 448{,}00$ contorno bagnato.

Per desumere con questi dati la portata della piena ci serviamo del canone Tadini generalmente accettato:

$$Q = \frac{a p^{1/2} S^{3/2}}{C^{1/2}}$$

assumendo il coefficente di riduzione $a = 51{,}01$, che entro i limiti di velocità dalli metri 1,50 alli metri 2,00 ci è dato dalla memoria *Intorno alle leggi del moto dell'acqua nei canali e nei fiumi* del prof. Turazza, nella quale stanno appunto riportati li coefficenti di riduzione che entro determinati limiti di velocità con pazientissimo calcolo egli dedusse in appoggio delle moltissime, diverse e più accreditate sperienze che riporta.

Fatte pertanto le sostituzioni numeriche e li necessarii sviluppi di calcolo troviamo:

$$Q = 51{,}01 \frac{(0{,}000104)^{1/2}(4306{,}6)^{3/2}}{(418)^{1/2}} = 7193$$

Riterremo pertanto la portata della piena di Po del 1839 di metri cubi 7193, come quella che ci è data da più dirette, più esatte, e più recenti misure di sezione viva della piena e della sua cadente di pelo.

Questa misura è rilevantemente superiore a quella che ci veniva data dal Lombardini in appoggio della propria scala di efflussi, che abbiamo dovuto dichiarare inattendibile; ed è eziandio superiore alle portate calcolate dalli prof. Venturoli e Sereni, avvegnachè considerassero essi sezioni di piena rilevantemente men alte rispetto a quella del 1839, che non potevano nemmeno conoscere perchè avvenuta posteriormente alla pubblicazione delle misure che essi ci danno.

87. Or venendo alla ricerca del rialzo di pelo che la immissione della piena di Reno può portare sopra quello di massima piena di Po, ci serviremo della già riportata formola, dedotta dal canone Tadini, nella quale detto x il rialzo di pelo che si cerca, e posto $Q_1 = Q + q$; $K_1 = K + x$ essendo $Q = 7193$ portata della piena di Po, $q = 700$ portata contemporanea di quella di Reno, e ricavando dalla avvertita formola il valore di K_1 si ha $K + x = \frac{p}{p_1}\left(\frac{Q+q}{Q}\right)^{2/3} K$.

Or qui p e p_1 esprimono la cadente di pelo prima e dopo dell'immissione, ed è fuor di questione che il fiume nel tronco immediatamente a valle della confluenza può sibbene, anzi deve assumere una cadente di pelo maggiore subito dopo la immissione, non mai minore di quella che aveva prima, quindi $\frac{p}{p_1}$ deve essere una frazione propria, minore dell'unità, cui deve molto avvicinarsi, e se assumiamo $\frac{p}{p_1} = 1$ commettiamo ben piccolissimo errore, che ad ogni modo ci darebbe un valore ben poco superiore, non mai inferiore al vero.

Ora, poichè l'altezza viva della nostra sezione di massima piena ci è data $\frac{S}{L} = \frac{4307,6}{414} = 10,41$, sostituiti i valori numerici e fatti gli opportuni sviluppi di calcolo si desume $K + x = 10,4\left(\frac{7193+700}{7193}\right)^{2/3} = 11,07$ e se ne deduce il rialzo

$$x = 11,07 - 10,41 = 0,66$$

limite questo assai prossimo al vero, ma che a rigore di calcolo non potrebbe essere raggiunto per ciò che abbiamo assunto $\frac{p}{p_1} = 1$, ed $\frac{L}{L_1} = 1$ che effettivamente sono due frazioni proprie, minori dell'unità, e che darebbon per ciò un valore di $K + x$, e quindi di x alcun poco minore del dedotto.

88. V'ha di più. Quando un fiume corre in piena esso solca il pròprio alveo, e lo sprofonda vuotandone le sabbie del letto, facendole, come si ebbe ad osservare, trascorrere e discendere su di questo. Siffatti effetti potentissimi si osservano in Po, che ha il proprio alveo costituito da profondo banco di sabbie. Lo sprofondamento d'alveo si fa sempre in misura tanto maggiore quanto più grossa corre la piena. Quindi è che l'aumento di portata che vi mette Reno deve inevitabilmente produrre un aumento di profondità nel letto del gran fiume durante il deflusso delle due piene unite.

Or di quanto ribassa il letto evidentemente di altrettanto si deprime il pelo

della piena, e pur altrettanto minore va inevitabilmente a mostrarsi quel rialzo di pelo della piena, che abbiamo desunta nella supposizione di inalterabilità di letto. E questo è veramente uno dei casi in cui ha sicura applicazione ciò che insegna il Guglielmini, che nei fiumi *l'aumento di portata più giova ad incassare la piena che non valga a farla rialzare.*

Ma se si ha l'assoluta certezza che la immissione della piena di Reno deve portar uno sprofondamento di letto durante il deflusso delle due piene unite, non è poi dato di poter desumere la misura dell'approfondamento stesso. Ciò nullameno crederebbesi di poter francamente asserire, che esso non sarà mai minore di metri 0,20 alli 0,30, peccando certamente in difetto, non mai in eccesso.

Ciò ammesso, il contingibile limite di rialzo, che sulla massima piena di Po può portarvi l'immissione di quella di Reno, verrà a ridursi dalli metri 0,36 alli metri 0,46.

89. Non vogliamo ommettere un'ultima osservazione, ed è che quantunque abbiamo rettificato nella misura di metri cubi 7193 la portata di massima piena di Po, non pertanto abbiamo l'intima convinzione che tale misura è ancora inferiore al vero. E lo argomentiamo da ciò che generalmente la portata di piena di un fiume la si desume dal prodotto della velocità per l'area di sezione viva che aveva il fiume insistente il colmo della piena. Ma quest'area di sezione sappiamo che non è stata effettivamente misurata correndo il colmo della piena che abbiamo preso a considerare, nè mai si potrà avere la misura della vera sezione viva di colmo di nessuna gran piena di Po, avvegnachè in tali momenti colle profondità d'alveo ed imponenza di corso del gran fiume è materialmente impossibile di procedere ad esatti rilievi di scandagli e misurazioni. Naturalmente la sezione viene rilevata dopo passata la piena, deducendone l'area della sezione viva di questa col riportare sul pelo rilevato l'altezza effettivamente toccata dal colmo della piena, come noi pure abbiamo fatto.

Tale area non può conseguentemente comprendere quella profondità di letto, quella maggiore ampiezza di sezione che godeva il fiume correndo il colmo della piena; profondità ed ampiezza maggiori, che, venendo man mano colmandosi col decrescere della piena, non si ponno più rinvenire al momento del rilievo. E per poco che si ponga mente alla potenza solcante del vomere della piena che in Po agisce nelle maggiori profondità con altezze vive, non inferiori dai dodici ai quindici metri, è ben facile il persuadersi come l'area di sezione in siffatto modo dedotta deve necessariamente restare non poco al disotto del vero.

90. Non vogliamo disconoscere l'obbiezione che può essere fatta, che se il fiume in piena deve sommuovere e far trascorrere le sabbie in un certo strato d'acqua radente il letto, esso deve inevitabilmente correre in questo strato con minore velocità che non è quella della quale va dotato in tutto il rimanente dell'area della sezione. Ma questa obbiezione non ha valore se non in quanto appunto può ammettersi che in quella parte di approfondamento, in cui il fiume deve spingere innanzi le sabbie sommosse, la velocità essendo alquanto minore, sarà anche alquanto men grande quell'aumento di portata che ne deriva, ma aumento vi sarà sempre e notevole; onde sarà pur sempre vero che la portata, nel misurare la quale non si è potuto tener conto di codesto approfondamento di letto, sarà minore di quella che effettivamente aveva il fiume al suo colmo, e quindi sarà pur vero che essendo maggiore il rapporto fra la portata di Po al colmo e quella della contemporanea piena di Reno l'incremento da questa indotto nel recipiente sarà minore di quanto abbiamo potuto calcolare.

91. Nella ricerca del contingibile rialzo di pelo che può portare la massima piena di Reno sopra quella del pari massima di Po abbiamo ammessa la possibilità di contemporaneo concorso delle due piene. Ma tale evento, che essenzialmente costituisce il nodo vitale della questione, è poi possibile? Il cav. Bonati ha già risolto negativamente tale questione.

Giustamente ebbe egli a notare, che avendo il Reno origini tanto discoste da quelle del gran fiume, non può mai avverarsi il caso di alte piene di Po contemporanee a quelle di Reno. Adduceva egli tale osservazione per argomentarne che le piene di Po non potrebbono concorrere a tenere sgombrato l'alveo dalle deposizioni che portasse il Reno nel gran fiume. Quest'argomento lo abbiamo già discusso, ed or qui terremo conto della giustissima osservazione del Bonati, per dedurre appunto a che in sostanza possano ridursi i rialzi del pelo di Po cagionati dalla immissione della piena diReno nei casi che in fatto si verificano, cioè nei casi della non contemporaneità delle due piene riconosciuta ed ammessa dallo stesso Bonati.

92. E prima di tutto convalideremo la verissima osservazione del Bonati coll'allegare qui il registro di tutte le piene di Reno e di Po avvenute dall'anno 1807 al 1862 (*Vedi Allegato* A). Non si tenne conto in queste delle piccole ed inconcludenti piene, che non raggiungessero in Po l'altezza di un metro sulla guardia dell'idrometro di Pontelagoscuro, o di nove chiodi e mezzo, ciòè metri 4, in Reno sullo zero dell'idrometro di Casalecchio.

E nella ragionevole supposizione che il colmo della piena di Reno avrebbe

impiegato 24 ore nel discendere per lo Reno–nuovo da Casalecchio alla Panfilia, e quindi alla Stellata, di contro all'altezza di colmo delle piene di Reno a Casalecchio, abbiamo riportato l'altezza di pelo della piena di Po, che alla Stellata avrebbe trovato il contemporaneo concorso della piena di Reno, confluente in Po.

93. L'esame di tale registro eminentemente ci prova, che nell'ultimo passato peribdo di ben 56 anni non si è mai combinato una contemporanea assoluta massima piena nei due fiumi (caso di sì lontana contingibilità da tenersi come impossibile), nè mai tampoco un'altissima piena dell'uno con una contemporanea alta piena dell'altro. Anzi poche sono le piene avvenute contemporanee in Reno ed in Po, e queste or qui le riportiamo col contropporre alle altezze di Reno le corrispondenti contemporanee altezze di Po posteriori di 24 ore.

Piene contemporanee di Reno *e di* Po *avvenute dall'anno* 1807 *al* 1862.

ANNO	MESE	GIORNO	ALTEZZA DI PELO in	
			RENO	PO
1807	Novembre	30	4. 48	1. 65
1810	Ottobre	30	4. 72	1. 21
1810	Dicembre	3	4. 25	1. 59
1814	Ottobre	29	4. 25	1. 58
1839	Novembre	3	4. 48	1. 83
1839	Novembre	12	4. 48	1. 21
1839	Dicembre	10	4. 41	1. 92
1841	Ottobre	29	4. 25	2. 12
1842	Settembre	29	4. 05	2. 11
1844	Novembre	2	6. 12	0. 91
1844	Novembre	8	7. 60	1. 16
1851	Novembre	2	4. 25	1. 72

94. Come qui scorgesi la piena di Reno del 1844 fu veramente la massima di quante ne avvennero, e se fino dal 1807 fosse stata eseguita la immissione di Reno in Po il deflusso di questa avrebbe pur trovato il recipiente gran fiume in uno stato abbastanza depresso di pelo. Del resto furono sempre molto moderate le piene contemporanee, e se montò un po' più alto il Reno stette più basso il Po, e viceversa. E li casi forse più svantaggiosi che si presentano sono quelli del 3 novembre 1839 e dell'8 novembre 1844.

Or noi analizzeremo quali sarebbono state le conseguenze di altezza di pelo, cui sarebbe montato Po, se vi fosse stato realmente immesso Reno, tenendo conto delle due più sfavorevoli combinazioni avvertite.

95. In mancanza d'altri dati positivi ammettiamo un parallelismo nel pelo delle piene alle diverse altezze vive, sia in Po che in Reno.

La portata della piena di Po che abbiamo desunto colla scorta del profilo di livellazione e sezioni ci è risultata di metri 7193, e la corrispondente altezza viva della sezione l'abbiamo trovata . . . . . $K = 10{,}41$

con un'altezza di pelo sopra guardia	2,96	
che dà la giacitura del letto sotto guardia	7,45	= 7,45
e dovendo noi considerare la piena del 3 novembre 1839 alta sulla guardia	1,83	
e quella dell'8 novembre 1844 alta		1,16
desumiamo le corrispondenti altezze vive	$K_{,} = 9{,}28$	$K_{,,} = 8{,}61$
La piena di Reno del 29 settembre 1842 misurata alla Panfilia dal prof. Brighenti $q = 1054$ toccava a Casalecchio l'altezza sullo zero di metri	7,25	= 7,25
e dovendo prendere in considerazione le sezioni corrispondenti alle surriferite piene del 3 novemb. 1839 che toccava sullo zero	4,48	
e dell'8 novembre 1844 che montò a		7,60
abbiamo le differenze d'altezza di pelo . . . . . metri	— 2,77	+ 0,35
e poichè dal profilo di livellazione Brighenti desumiamo che alla Panfilia la piena del 1842 si scaricava in Reno coll'altezza viva . . . . . $h =$	6,25	= 6,25
troviamo le altezze vive corrispondenti alle due sezioni di piena che consideriamo	$h_{,} = 3{,}48$	$h_{,,} = 6{,}60$

96. Come abbiamo detto anche prima, adottando la regola del Guglielmini, che vale appunto quando si tratta di notevoli velocità, come son quelle di piena, e che ci è pur confirmata dal canone Tadini, dedurremo le portate colla formola

$$Q_{,} = Q\left(\frac{K}{K_{,}}\right)^{2/2}; \quad q_{,} = \left(\frac{h}{h_{,}}\right)^{3/2}$$

nelle quali sostituite le cifre numeriche troviamo:

$$Q_{,} = 7193\left(\frac{9{,}28}{10{,}41}\right)^{3/2} = 6050; \quad q_{,} = 1054\left(\frac{3{,}48}{6{,}25}\right)^{3/2} = 438$$

$$Q_{,,} = 7193\left(\frac{8{,}61}{10{,}41}\right)^{3/2} = 5410; \quad q_{,,} = 1054\left(\frac{6{,}60}{6{,}25}\right)^{3/2} = 1144$$

Come abbiamo dimostrato, §§. 83, 84 e precedenti, la portata di colmo della piena scema mano mano che scende l'asta del fiume, e vieppiù quando resta rigurgitata allo sbocco.

Ora, se per lo regurgito, che non avrebbon potuto non apportare le nostre piene di Po, alte metri 1,16 e metri 1,83 sulla guardia, consideriamo la misura della piena di Reno che si sarebbe scaricata in Po alla Stellata pari a 4/5 di quella che abbiamo calcolata alla Panfilia, peccheremo certamente in eccesso, non mai in difetto. Con tale riguardo desumiamo le contemporanee portate di piena del 1839 1844

Alla Stellata in Po	$Q = 6054$	$Q_1 = 5409$
In Reno	$q = 350$	$q_1 = 915$
	$Q + q = 6404$	$Q' + q' = 6324$

Con questi dati desumeremo le altezze vive della sezione corrispondente alle due piene unite nel recipiente Po colla nota formola

$$x = \left(\left(\frac{Q+q}{Q} \right)^{2/3} - 1 \right) K$$

nella quale sostituiti i numeri troviamo per le piene del

$$1839,\ x = \left(\left(\frac{6404}{6054} \right)^{2/3} - 1 \right) 9{,}28 = 0{,}35$$

$$1844,\ x = \left(\left(\frac{6324}{5409} \right)^{2/3} - 1 \right) 8{,}61 = 0{,}94$$

Quindi la piena di Reno avrebbe portato l'altezza della piena di Po del 3 novembre 1839 a metri $1{,}83 + 0{,}35 = 2{,}18$ sopra guardia, e l'altra dell'8 novembre 1844 a metri $1{,}16 + 0{,}94 =$ metri 2,10 sopra guardia. Sarebbono state sibbene due grosse piene, ma non fra le più alte, da che queste raggiungono fino l'altezza di metri 2,96 sulla guardia. — E notisi di più, che nel calcolare tali altezze di pelo di piena non abbiamo tenuto conto di quella depressione che va di conseguenza collo sprofondamento di letto che induce la maggior portata di piena.

97. Ora, siccome ci siamo appoggiati a fatti avverati nel lungo periodo di ben 56 anni, e poichè le misure da noi dedotte non sono che limiti massimi, che

anche colle considerate combinazioni non avrebbono potuto avverarsi, crediamo anche di avere eminentemente ed in modo irrecusabile provato, che la immissione di Reno in Po non può portare nessuna seria conseguenza sul contingibile rialzo della piena del gran fiume.

E godendo già gli argini attuali di Po circa metri 0,80 di franco di corona sulla massima piena del 1839, prevalendo cioè di circa metri 3,70 sulla guardia, scorgesi qual largo margine lasciano a maggiori piene che si volessero temere verificandosi eventi ancor più sfavorevoli di quelli che sopravvennero nel lungo periodo di ben 56 anni, se fino dal 1807 fosse stato immesso Reno in Po. Gli argini attuali, lungi quindi dal richiedere di essere rialzati un metro, come è pure stato detto, di nessun rialzo abbisognerebbero se pur non si credesse opportuno procurarne uno mediante *soprassogli*, o come altri dicono *spallette*, per tranquillare gli animi, e che servirebbero, direi quasi, ad esperimento fino a che le grosse piene del recipiente e dell'influente non provino col fatto la insussistenza dei concepiti timori.

98. Dopo ciò, altra importante ricerca che ancora ci resta a fare quella esser deve di conoscere se il rialzo di pelo che può produrre il deflusso delle acque di Reno sullo stato magro di Po può pregiudicare al deflusso degli scoli che sboccano nel gran fiume, come asseriva il Bonati.

Osserveremo dapprima, che la durata delle piene di Reno, nel crescere, toccare il colmo e decrescere, come provano le osservazioni idrometriche raccolte e pubblicate dal Brighenti, non superò mai a Casalecchio le 24 ore. E quando si combini il deflusso di queste con uno stato veramente magro del gran fiume, lo scarico non può non essere del pari prontissimo, e quel qualunque rialzo che sul pelo magro di Po può indurre la piena di Reno sarà esso pure di assai breve durata, non arriverà forse a due giorni o poco più. E ciò stante le piene di Reno non potrebbono certamente portare sensibile pregiudizio agli scoli che sboccano in Po in istato magro d'acqua.

99. Ma potrebbesi credere che non altrettanto sia dato di poter ripetere quando lo stato magro di Po venga ad ingrossarsi da un continuato afflusso di Reno che corra conservato lungamente in uno stato morbido d'acqua.

Dalle effemeridi di Reno pubblicate dal prof. Brighenti per gli anni 1846-47-48-49 desumiamo che l'annata nella quale si tenne il fiume maggiormente gonfio si fu quella del 1848, nella quale si ebbero effettivamente due successive piene, l'una nel settembre e l'altra nell'ottobre, però non molto alte, e prescindendo da queste, li mesi ne' quali si tenne maggiormente morbido si furon quelli di

febbraio e di marzo, dei quali ci dà le medie portate di metri cubi 74,69 e 66,59 al minuto secondo, mediamente metri cubi 70,60.

La portata di Po in istato magro a metri 8,83 sotto guardia, e con un'altezza viva ragguagliata di metri 2,67 sul letto, ci vien data di metri cubi 1110,4 dalla misura fattane dal Bonati, riportataci dal Venturoli.

Con questi dati, e coll'appoggio della nota formola, desumiamo il rialzo che una continuata morbida di Reno può portare sul pelo magro di Po:

$$x = 2{,}67\left(\left(\frac{1110{,}4+70{,}6}{1110{,}4}\right)^{2/3} - 1\right) = 0{,}11$$

Ora avendo noi esaminato il caso più svantaggioso delle maggiori intumescenze di Reno, e di grande magra di Po, non possiamo ammettere che tale rialzo possa punto pregiudicare al deflusso degli scoli.

Il fatto che il pelo di Po soggiacia di metri 3,72 piuttosto che metri 3,83 sotto guardia è pur sempre favorevole, benchè con poca differenza, al deflusso libero degli scoli.

E quando invece il Po fosse più gonfio, allora l'impiglio degli scoli deriverebbe da questa circostanza, e non mai dalla influenza del Reno, che nella circostanza medesima non può più recare che un piccolissimo maggiore alzamento nel recipiente.

100. Dopo tutto ciò:

Dimostrate od insussistenti o per lo meno esageratissime le sinistre conseguenze, che il Bonati avrebbe voluto argomentare attendibili dalla immissione di Reno in Po;

Dimostrato non più sostenibile nelle attuali sue condizioni il corso di Reno-Primaro;

Dimostrato che la contingibilità di fatali sinistri, di rotte e di desolanti allagazioni, sta sempre più a discapito de' ferraresi che non de' bolognesi e ravennati;

Dimostrato che se la mano dell'uomo non vi provvede radicalmente il fiume farà da sè, e forse in non lontano avvenire con tale disalveazione, alla quale sarà impossibile, o enormemente grave por rimedio;

Dimostrato che un tanto sinistro evento non potrebbe altrimenti succedere che a maggior danno de' ferraresi;

Dimostrato che il suggerito provvedimento di immettere Reno a sfociare nella laguna di Comacchio oltre all'apportare un immenso, un irreparabile danno allo

Stato ed ai comacchiesi, che campano la vita colla piscicoltura, non recherebbe che un beneficio affatto incompiuto, insufficiente e di breve durata nel regime del fiume; beneficio che potrebbe alquanto giovare, soltanto però per un limitato periodo d'anni, ai bolognesi ed ai ravennati, ma che tornerebbe a tutto danno dei ferraresi.

Tutto ciò dimostrato, non possiamo porre in dubbio che meglio istruiti dei casi proprii li ferraresi sapranno convincersi che l'unico provvedimento che realmente può portare la salvezza di queste provincie resta mai sempre quello della immissione di Reno in Po, ripetutamente, unanimemente ed insistentemente proclamato dai più distinti e chiari idraulici passati e viventi, quel provvedimento insomma che la provvida natura avrebbe operato da sè, se la mano dell'uomo non vi si fosse fatalmente opposta.

101. Fermi in questa lusinga or ci faremo ad esaminare quali conseguenze può portare la deviazione di Reno dall'attuale suo corso in Primaro, che riceve tutti gli scoli delle campagne bolognesi e ravennate.

Quando la Commissione di Modena ebbe a trattare il grave argomento della immissione di Reno in Po, conobbe che conveniva studiare il modo di provvedere al felice deflusso delli tanti condotti di scolo delle campagne, mentre, tolto Reno, non credeva di poterli conservare nell'antico alveo di Primaro, senza previamente divertire da esso tutti i suoi influenti torrentizi.

102. E quindi lasciando ad esclusivo beneficio di recipiente degli scoli l'alveo di Reno che restava abbandonato dalla Panfilia alla Bastia, e quello successivo di Reno–Primaro dalla Bastia a Sant'Alberto opportunamente approfondati, progettava la Commissione di allacciare in un nuovo e speciale alveo li torrenti tutti che sulla destra di Reno scendono dall'Appennino.

103. Con un rettifilo che parte poco a valle della Riccardina e va poco sotto la Chiesa di Portonuovo essa avrebbe inalveato l'Idice co'suoi influenti, raccogliendo pur anche la Quaderna poco a monte della Selva-Malvezzi. A Portonuovo avrebbe pur raccolto anche il Sillaro, e di qui, con un secondo rettifilo, avrebbe divisato di condurre questi tre torrenti ad immettersi nell'antico abbandonato alveo di Santerno al Passo del Gatto. Da questo punto, profittando con opportuno adattamento di un primo tronco di Santerno vivo, di poi di un altro più lungo abbandonato del Santerno stesso, ed in fine con speciale nuova inalveazione attraverso campagna avrebbe condotto tutte le acque di questi quattro torrenti ad immetterle nel Senio, poco a monte dell'attuale sua confluenza in Primaro,

che doveva naturalmente restare comune recipiente fino al mare. Va da sè, che l'ultimo tronco di Senio sarebbe stato previamente ed opportunamente fatto capace di tanta copia d'acque.

104. Questa linea di nuova inalveazione, specialmente fra l'Idice ed il Sillaro, veniva ad attraversare campagne tanto avallate fra li dominii dei due torrenti, e di tanto bassa giacitura, che si trovavano fin oltre quattro metri e mezzo sotto quel piano nel quale avrebbe presupposto la Commissione dovesse il fiume disporre il proprio letto.

Conseguentemente avrebbe trovato necessario premettere la bonificazione per colmata sopra larga zona di campagna, sulla quale poter poi alzare gli argini di contenimento delle piene del fiume. Ed avrebbe perciò anche dettato i precetti d'arte per devenire a tale bonificazione. Del pari avrebbe suggerito la costruzione di speciali botti sotto passanti il nuovo fiume, per la continuità delli canali d'acqua viva e scoli delle campagne, il Garda, il Zaniolo, il Vela ed altre quattro ancora sotto il Lamone, che avrebbe pur progettato di restituire in Primaro tosto a monte di Sant'Alberto.

105. Dall'anno 1806, nel quale la Commissione avrebbe così progettato di allacciare in un nuovo alveo tutti li torrenti per condurli attraverso delle campagne previamente bonificate, fino al presente, le campagne stesse hanno subìto notevole cambiamento. Sono presentemente ridotte ad una industriosa coltivazione, eminentemente perfezionata, arricchite di belle piantagioni e di molti caseggiati sì rustici che dominicali fabbricati collo spendio di ingenti capitali.

E ciò stante gli eminenti idraulici Pancaldi, che tanta parte ebbe nelli progetti e nella esecuzione delle incamminate opere per la immissione di Reno in Po, e Brighenti, che tanti studi pubblicò sulle condizioni di Reno, concorsero unanimi a far emergere la assoluta incompatibilità di poter mandare ad effetto la nuova inalveazione delli torrenti progettata dalla Commissione per li riguardi ch'è pur indeclinabile necessità doversi aver all'attuale stato delle campagne, che dovrebbonsi attraversare col nuovo alveo.

E tutti e due unanimi concorsero nel giudizio potersi e doversi conservare in Primaro la confluenza delli torrenti Sillaro, Santerno e Senio, aggiungendovi eziandio la immissione dell'Idice e Quaderna uniti, in sostituzione al Reno, che fa d'uopo togliervi.

106. Se non che argomentava di più il Brighenti, che non essendo mai contemporanee le piene di Reno con quelle degli altri torrenti inferiori, la minor

portata di piena dell'Idice e Quaderna uniti varrà non pertanto quanto quella che attualmente vi immette Reno in istato di incipiente piena, per conservare inalterate le condizioni attuali di alveo e di letto di Primaro senza notevole pregiudizio all'attuale deflusso degli scoli che vi sboccano.

107. Ma non sarebbe concorso nello stesso giudizio l'Ispettore Pancaldi, e ciò sia perchè anche nelle attuali condizioni egli riconosce assai poco felice il deflusso degli scoli bolognesi e ravennati, sia ancora perchè potrebbesi forse temere che possano peggiorare le attuali condizioni di sbocco in Primaro col togliere le acque di Reno, se anche vi si sostituiscono quelle dell'Idice e Quaderna. Con molto senno quindi egli suggerisce di provvedervi coll'aprire due nuovi condotti indipendenti dal fiume destinati a raccogliere tutte le acque di scolo, portandole a sboccare molto abbasso, presso od al disotto della confluenza dell'ultimo torrente il Senio, dove già eminentemente gode il fiume della chiamata di sbocco in mare.

Ed a tal fine il Pancaldi stesso progetta un nuovo condotto generale da aprirsi sulla sinistra del fiume destinato a raccogliere tutte le acque dei condotti di scolo bolognesi che restano superiormente alla confluenza ed a sinistra di Sillaro, ed un secondo condotto generale da aprirsi sulla destra di Primaro per raccogliere le acque degli altri condotti di scolo ravennati che restano a destra ed a valle di Sillaro, provvedendo con opportune botti, sotto il Santerno ed il Senio, alla continuità del deflusso delle acque raccolte nel condotto stesso. Questo crediamo essere certamente il più ponderato, il più assennato ed anzi l'unico provvedimento da potersi e doversi adottare.

108. Ma il partito di togliere dal Primaro il Reno per sostituirvi l'Idice e la Quaderna, conservandovi gli altri torrenti Sillaro, Santerno e Senio, non veniva accolto, ma sibbene fortemente disapprovato dalla Commissione, che, come si è detto, sotto la presidenza dell'ispettore Zanardi sedette nel settembre 1856 in Ravenna.

Asserirebbe questa Commissione, che, tolto il Reno, la piena delli torrenti immessi e conservati in Primaro salirebbe ad enorme altezza di gran lunga superiore a quanto or avviene colle piene di Reno-Primaro. E convaliderebbe la propria asserzione col produrre un profilo rappresentante la disposizione che il letto del fiume ed il pelo della piena assumerebbero nell'alveo di Primaro, quando vi venisse tolta la piena di Reno. Credesi quindi necessario di allegare tale profilo per esaminarne la sua attendibilità (*Vedi* Tav. II).

109. Entrando in tale esame non fa d'uopo già estendersi in molte parole per provare ciò che è ammesso dagli idraulici tutti, dedotto dalla natura dei fiumi, e conforme ai fatti, cioè che i fiumi mano mano che scendono e si ingrossano per confluenza di nuove acque e per continuata sopravvenienza delle proprie scendenti dai torrenti superiori, assumono sempre minor cadente di pelo, e si dispongono invece con una sempre maggior altezza viva d'acqua sul proprio letto. Tale maggior altezza viva è quella appunto che sopperisce a conservare nel fiume quella velocità di corso che altrimenti perderebbe per lo scemare di cadente del suo pelo. È perciò che quando il fiume corre povero d'acqua è sempre dotato di una cadente di pelo maggiore di quella che assume poi quando corre gonfio in piena con maggior altezza viva sul letto.

Ciò si deve intendere relativamente a quella linea del fiume in cui si ingrossano le più alte piene, sia, lo si ripete, per effetto dei suoi influenti, sia per per effetto della continuata discesa delle acque grosse dai proprii suoi tronchi superiori. Imperciocchè a questa linea fluviale succedono gli ultimi tronchi verso la foce, nei quali per cagione appunto dello sbocco del fiume in mare alzandosi la piena sempre meno quanto più si avvicina allo sbocco stesso, è chiaro che la cadente del fiume in piena deve farsi maggior di quella che esso aveva quando correva in acque magre.

110. Nè certamente queste verità sono contraddette dai fenomeni che presentano le piene repentine dei torrenti, il cui colmo di breve durata scende come onda più o meno distesa lungo l'asta del torrente stesso.

In tali casi da punto a punto possono succedere intumescenze anormali momentanee ed affatto locali, il pelo delle quali sia dotato di cadente maggiore di quella in cui si disporrà il corso dell'acqua tornato a stato regolare ed ordinario, nel quale stato il corso stesso può assumere una cadente eguale, non mai superiore alla cadente del letto.

La circostanza impertanto di una cadente di pelo superiore alla pendenza del letto non può mai essere considerata che affatto momentanea, locale, e, come direbbesi, accidentale.

111. Consultando diffatto il naturale profilo di qualunque fiume o fiume-torrente nei varii suoi stati d'acqua, dedotto non da ipotetiche supposizioni, ma da giusti rilievi, da sicure osservazioni idrometriche, esso profilo dimostra sempre che le due cadenti della magra e della piena non corrono mai parallele, ma dai tronchi a monte venendo alla linea fluviale suddetta in cui si ingrossano maggiormente le piene, e nella linea stessa vanno sempre fra loro

divergendo; mentre invece verso il termine della linea fluviale medesima scendendo nei tronchi infimi del fiume fino alla foce, codeste due cadenti vanno convergendo verso il livello del mare; imperciocchè il fiume, mano mano che scende dall'alto gonfiandosi ad una sempre maggior altezza sopra il suo letto, compone necessariamente il suo pelo in una cadente minore di quella della magra e del letto, e così corre per tutta la linea in cui si ingrossano le acque scendenti e quelle degli influenti, fin che a capo di questa linea, sollecitato dalla chiamata dello sbocco in mare, che tanto ribassa la piena degli ultimi tronchi, va scendendo verso essi e verso la foce con pendenza maggiore di quella che aveva nello stato di magra, e quindi di quella del suo letto.

112. Da questa legge, dedotta dal corso naturale dei fiumi, si è evidentemente scostata la Commissione di Ravenna nel comporre l'allegato profilo. Questo assume e rappresenta una cadente di letto notabilmente minore che non è quella data al pelo della piena, e contro la detta legge rappresenta che il fiume verrebbe a correre con sempre minore altezza viva d'acqua sul letto, mano mano che scende e s'ingrossa delle acque proprie, e di quelle portatevi da'suoi influenti.

A talchè mentre la Commissione assegna l'altezza viva di metri 8,00 sul letto al pelo di tutta la piena del fiume dopo l'ultimo suo influente, il Senio, essa fa poi montare il pelo di piena dell'Idice alla sua origine all'enorme altezza viva di metri 13,32 sul letto nel proprio alveo (*Vedi* PROFILO, Tav. II).

Tale profilo basa sopra ipotesi che crediamo evidentemente erronee, e quindi non altrimenti che fallaci possano essere le deduzioni che su d'esso si appoggiano.

113. Ond'è, che volendo anche aver riguardo a che non andrà molto che si dovrà pur sempre ed indeclinabilmente, cogli attuali influenti, portare in Primaro anche l'Idice e la Quaderna, nessuno potrebbe giammai persuadersi che possano questi torrenti far montare il pelo della piena più alto, trovando l'alveo vuoto di quello, che trovandolo già gonfio d'acqua portatavi dall'incipiente piena di Reno-Samoggia.

E poichè al punto di comune confluenza in Primaro, del Sillaro coll'Idice e Quaderna uniti, gode il fiume di ampia sezione d'alveo con robusti ed alti argini, la cui corona prevale di ben circa dieci metri sul letto, per quanto si voglia largheggiare sulla possibilità di contingibile alzamento di letto, nessuno saprebbe giammai ammettere, che le piene dei soli tre torrenti non possano restare contenute dentro l'alveo del fiume.

114. Or fermandoci un poco sulle alterazioni di letto che si volessero temere nell'alveo del fiume, si noterà che prima che nell'alveo di Primaro si immettesse il Reno pel Cavo-Benedettino, il Primaro riceveva già li torrenti Santerno e Senio, e conservava non pertanto profondo il proprio alveo in effetto della chiamata del vicino sbocco in mare. E questa felicità di sbocco inferiormente all'ultimo influente, il Senio, il fiume l'ha mai sempre conservata anche dopo l'immissione di Reno-Samoggia, e tuttora la conserva, nè saprebbesi giammai dubitare che possa venir meno se togliendovi Reno vi si sostituiscano l'Idice e la Quaderna. E poichè seguendo il consiglio del Pancaldi si divisa di raccogliere gli scoli delle campagne bolognesi e ravennate, per immetterli nel fiume o poco a monte, o tosto a valle della confluenza di Senio, non saprebbesi porre in dubbio che la raccolta piena di tutti questi scoli non debba giovare a meglio conservare le profondità di letto del fiume inferiormente alla loro confluenza. La piena di tali scoli è di una portata di qualche importanza, e tutta di acque chiare, ed avvenendo sempre qualche giorno posteriore alla piena delli torrenti, non si può dubitare che non debba pur molto sussidiare lo sgombro della belletta e fina aggestione che le piene delli torrenti lasciassero nell'alveo di Primaro, ben contribuendo così alla conservazione delle profondità di letto del fiume. E pertanto se si potessero temere degli interrimenti d'alveo, questi non potrebbono avverarsi che nel tronco di fiume a monte della confluenza di Senio.

115. Il Brighenti con molta diligenza raccogliendo le misure state fatte intorno alla portata di piena dell'Idice e della Quaderna uniti, e fattone confronto colla portata da esso lui misurata di Reno-Samoggia, trova questa ad un poco presso doppia dall'altra. E tale rapporto viene anche confermato quando si istituisca il confronto sulli bacini in piano ed in monte che tributano le proprie acque al Reno-Samoggia ed alli torrenti Idice-Quaderna. Osserva di poi lo stesso Brighenti, che la distanza delli bacini che portano l'acqua al Reno ed in Samoggia, e quindi lungo l'asta del fiume alla Bastia, è molto maggiore di quella che non si misura per li bacini dell'Idice e della Quaderna a raggiungere del pari la Bastia, dove va a succedere l'immissione in Primaro.

Di qui avviene, che la piena dell'Idice e della Quaderna uniti non potrebbe non precedere quella di Reno-Samoggia, come in fatto or avviene, che la piena che va a formarsi in Primaro dall'afflusso delle piene degli attuali suoi influenti effettivamente precede sempre quella che poi vi mette Reno-Samoggia.

Nasce conseguentemente da ciò, che la quota di portata di piena che Reno-Samoggia può mettere a contemporaneo incremento della piena di Primaro è

sempre molto inferiore della portata sua propria, della quale non iscarica il colmo che in seguito. E quando si pon mente quanto sono repentine le piene delli torrenti che confluiscono in Primaro, del pari che quelle di Reno-Samoggia, non si potrebbe non accettare l'asserta quota di piena contemporanea che da incremento di quella degli influenti di Primaro può tributarvi il Reno-Samoggia pareggiata alla metà della portata propria.

116. E poichè le piene dell' Idice-Quaderna succedono contemporanee a quelle degli altri torrenti confluenti in Primaro, e poichè la portata di piena dell'Idice-Quaderna equivale alla metà della portata propria di Reno-Samoggia, certamente si dovrà ammettere che la portata contemporanea di piena in Primaro deve restare la stessa se togliendovi Reno-Samoggia vi si sostituisca l'Idice-Quaderna.

E poichè ogni fiume regola sempre la propria sezione d'alveo e le proprie cadenti di letto con determinato rapporto alla portata di piena che deve scaricare, giustamente osserva il prof. Brighenti, che, conservandosi la stessa, la portata di piena che verrà a defluire in Primaro quando vi si tolga Reno-Samoggia e vi si sostituisca l'Idice–Quaderna, anche l'alveo ed il letto di Primaro non potrebbero non conservarsi nelle attuali loro condizioni.

117. Se il giudizio di questo illustre idraulico non si può tenere come rigoroso, esso vale ciò nullameno eminentemente a provare, che se pure col togliere Reno-Samoggia e sostituirvi l'Idice-Quaderna può succedere qualche alterazione nell'alveo recipiente di Primaro dalla Bastia alla confluenza del Senio, questa non potrà mai essere di grave momento e tale da pregiudicare al buon governo ed alle difese del fiume.

118. L'attuale alveo di Reno–Primaro a monte della confluenza del Sillaro, e pur a valle, ha un'ampiezza di sezione commisurata colla portata di piena di Reno–Samoggia, che prescindendo dalli riguardi di contemporaneità di deflusso è doppia di quella dell'Idice–Quaderna, quindi sproporzionata per questi torrenti, e certamente coll'immetterli a confluire col Sillaro nello stesso punto del largo e sproporzionato alveo di Primaro verrà questo subito interrendosi alquanto, e forse tanto quant'è l'attuale cadente che or passa fra il letto di questi torrenti e quello del fiume. Ma poi poco a poco entro a tale alluvione la piena di questi torrenti uniti verrà regolandosi con quell'ampiezza di sezione d'alveo, e con quella profondità e cadente di letto che si convengono alla portata propria di piena dei torrenti stessi.

119. Devesi non pertanto ammettere, che singolarmente nel primo tronco, immediatamente a valle della confluenza dell'Idice-Quaderna e del Sillaro, e per buona tratta inferiormente alla Bastia, può effettivamente succedere qualche interrimento, qualche rialzo di letto. Ma la scienza idraulica non ci sussidia ancora di mezzi per determinare con qualche sufficiente rigore di calcolo la misura di siffatti contingibili rialzi di letto. Tuttavolta, senza menomamente pretendere di risolvere tanto astruso e difficile problema, considerando che a parità di belletta e materia trascinata sul fondo, ed a parità di portata del fiume la pendenza del letto dev'essere manifestamente tanto minore quanto più veloce n'è il corso dell'acqua, avvegnachè con più impeto l'acqua opera sul fondo e lo scava, e ad una escavazione di fondo corrisponde sempre una diminuzione di cadente, crediamo anche di poter ammettere la ragionevole ipotesi, che a parità di altre circostanze la cadente del fondo debba essere in ragione inversa dei quadrati della velocità della corrente; assumiamo i quadrati anzichè le velocità semplici perchè veramente il lavoro che fa l'acqua corrente, che corrode e porta via le materie, è proporzionale alla forza viva della corrente, e la forza viva è proporzionale al quadrato della velocità.

E coll'appoggio di questa ragionevole ipotesi, espressa dapprima in termini analitici, e fatte dappoi le opportune sostituzioni numeriche delle portate di piena degli influenti in Primaro, che desumiamo colli dati che ci son forniti dal Brighenti e dal Lombardini, troviamo che, deviato Reno e sostituitovi Idice-Quaderna, l'alveo del fiume dalla confluenza di Sillaro a quella di Senio verrà a disporsi colla totale caduta di letto di metri 4,61 (*Vedi Nota* B).

120. Subito sotto la confluenza di Senio la giacitura del letto del fiume è variabilissima, dipendentemente dalla chiamata di sbocco, e secondo che se ne fa lo scandaglio dopo grossa o piccola piena. Non pertanto assumendo una media fra le profondità scandagliate nel 1844 e quelle nel 1845, riportate sul profilo di livellazione Brighenti, si desume che il letto del fiume corrisponde prossimamente a metri 1,00 sotto l'orizzontale della livellazione: profondità che ad un poco presso coincide con quella pur riportata che godeva il fiume nel 1830.

L'altezza del letto del fiume al punto di confluenza di Sillaro con inconcludenti differenze si è conservata la stessa nel 1844 e 1845, e tale era pur anche nel 1830, e corrisponde mediamente a metri 2,30 sopra l'orizzontale della livellazione. Quindi nelle attuali condizioni fra le altezze di letto del fiume alle due confluenze di Sillaro e di Senio avvi una totale cadente di m.[i] 2,30 + 1,00 = 3,30.

Ora, colle probabili ipotesi da noi assunte, considerando un corso di fiume

con moto equabile, e senza punto tener conto dell'invito di sbocco in mare, che non può non farsi sentire anche superiormente alla confluenza di Senio, e che coll'imprimervi maggior velocità di corso deve pur contribuire a conservare più profondo il letto del fiume, abbiamo desunto chè sostituendo l'Idice-Quaderna al Reno-Samoggia la totale cadente di letto fra le due confluenze potrebbe risultare di metri 4,61, lo che porterebbe il massimo contingibile rialzo di letto al sito di confluenza di Sillaro di metri 4,61 — 3,30 = 1,31.

E pertanto godendo qui il fiume di un alveo molto largo, e di argini che torreggiano di circa metri 10 sul letto, si può mo' temere che tale rialzo, che lascia ancora una prevalenza di oltre metri 8,50 alla corona degli argini sullo interrito letto, possa rendere incapace l'alveo del fiume a contenere la piena delli soli torrenti Idice–Quaderna e Sillaro? Non saprebbesi in nessun modo ammetterlo. -

121. Lontanissimi dal pretendere di aver data una esatta e rigorosa soluzione di tanto difficile problema, dichiariamo che l'abbiamo tentata soltanto per assegnare un qualche ragionevole limite ai rialzamenti suddetti onde non aver ad asserire gratuitamente, com'era stato fatto fin qui, ed affatto alla cieca, che il fiume assumerà la tale o tal altra cadente di letto e di pelo ne' successivi suoi tronchi, e perchè coll'appoggio di giusti principii idraulici si procuri che la verità non sia falsata con esagerate ed erronee supposizioni arbitrarie.

122. Se quanto abbiamo fin qui osservato porta la certezza che li cambiamenti che può subire l'alveo di Primaro quando vi si tolga Reno per sostituirvi l'Idice colla Quaderna non ponno recare nessun reale pregiudizio alle attuali condizioni di buon governo e difesa del fiume, non altrettanto potrebbesi ripetere per ciò che si riferisce al pregiudizio che verrebbe a risentirne il deflusso di tanti condotti di scolo chè attualmente sboccano tutti in Primaro. E poichè anche nelle attuali condizioni il deflusso di questi condotti di scolo è veramente poco felice, ciò conferma sempre più quanto abbiamo detto di sopra, essere cioè non solo vantaggioso, ma assolutamente indispensabile di provvedere a questi condotti, come con molto senno ebbe a suggerire il Pancaldi, col raccoglierli cioè in due speciali condotti indipendenti dal fiume, procurando la necessaria depressione di sbocco inferiormente alla confluenza di Senio.

123. Esposto fin qui quali debbano essere le basi sulle quali vuol fondarsi il piano della sistemazione generale idraulica delle provincie che hanno diretto od indiretto interesse nella regolazione di Reno;

Dimostrato come il provvedimento essenzialissimo, e senza il quale non giovi sperare sicurezza e permanenza di felice esito per codesta generale sistemazione, sia la immissione di Reno in Panaro e con questo in Po;

Dimostrato come per una parte sieno insussistenti i principali fra i temuti pericoli di questa operazione cardinale;

Dimostrato infine come per altra parte quei danni che realmente potrebbero manifestarsi vi sia modo sicurissimo di evitarli con opere che soddisferanno non solo a questo intento, ma verranno eziandio a rendere assai migliore la condizione idraulica di que' territorii stessi pei quali si paventano inconsultamente tristi conseguenze dal ripetuto provvedimento cardinale, ci sarà dato di poter passare a redigere col necessario dettaglio i seguenti progetti:

I. Di immissione di Reno in Panaro a Bondeno e dei due fiumi uniti in Po alla Stellata;

II. Di sistemazione degli scoli delle campagne bolognesi e ravennate colla apertura di speciali condotti generali a sinistra e a destra di Primaro;

III. Di sistemazione del gran colatore Burana da immettersi nel naviglio di Po di Volano, e sistemazione del naviglio stesso.

Intorno al quale terzo progetto giova fin d'ora avvertire che gli studii sul terreno ed al tavolo da noi fatti se da una parte ci convinsero che la bonificazione a cui s'intende conducendo tutte le acque in Po di Volano per la botte sotto Panaro, poi per quella che si costruirà sotto il nuovo Reno, avrà quel più felice esito a cui si può aspirare quando si tratta di asciugamento di vastissimi terreni di giacitura assai bassa; dall'altra parte ci dimostrano quanto inconsulta sia la opinione di que' possidenti della sinistra di Panaro, che mirando solo al proprio interesse si danno a credere che allo scopo basti che condotto il corso di Panaro sopra la botte già costrutta si possano tosto mandar le acque alla china dimenticando i gravissimi danni che ne deriverebbero alla provincia di Ferrara se non vi si associassero quelle opere colle quali per buona ventura si può riuscire non solamente ad evitare codesti danni, ma ad accrescere eziandio notevolmente la prosperità dei territorii che altrimenti ne sarebbero stati minacciati.

I tre ora accennati progetti mentre hanno ciascuno un proprio determinato scopo vogliono essere considerati nel loro insieme come costituenti quell'unico piano della suddetta sistemazione idraulica delle provincie di Ferrara, Bologna e Ravenna, che dando insieme occasione alla grande bonificazione di Burana, risponderà compiutamente all'intento di fare cessare i lamentati danni attuali

non solo senza timore di recarne altri, ma colla sicurezza che ne vengano grandi e durativi miglioramenti a tutto il vasto paese.

Nè ci sarà, speriamo, data taccia di troppa presunzione per la piena confidenza che mettiamo nella riuscita del detto piano, imperciocchè noi non abbiamo fatto altro che andar sulle traccie degli illustri idraulici della Commissione di Modena, compiendo e perfezionando le loro vedute col soccorso degli insegnamenti del Brighenti, e dei suggerimenti del Pancaldi, stendendoci solo alquanto più per dimostrare col fondamento delle giuste dottrine idrauliche italiane e colla propria nostra pratica ed esperienza di quarant'anni la insussistenza delle contrarie opinioni, e provando insieme come i suddetti insegnamenti e suggerimenti non abbiano carattere di astratte speculazioni, ma siano veramente fra quelli la cui attuazione è non meno sicura che di esito felice.

ALLEGATO A

REGISTRO

DELLE PIENE DI RENO E DI PO

dall'anno 1807 all'anno 1862

che riporta il mese e giorni in cui hanno cominciato, toccato il colmo e cessato, non che l'ora ed altezza di colmo osservata in Reno all'idrometro di Casalecchio sullo zero, ed eziandio il pelo di Po corrispondente alla stessa ora del giorno posteriore al colmo di Reno a Casalecchio.

Le altezze di Po sono riferite alla guardia dell'idrometro di Pontelagoscuro.

Nota. — Si sono trascurate le piccole ed inconcludenti piene che non hanno raggiunta l'altezza in Po di metri 1,00 sulla guardia, e li nove chiodi e mezzo, metri 4,00 sullo zero di Casalecchio.
Le piene contemporanee di Reno e di Po sono contrassegnate con *

Anno	PIENE DI RENO					PIENE DI PO			
	Mese	Giorni	Colmo a ore	Colmo altezza	Altezza pelo di Po	Mese	Giorni	Colmo a ore	Colmo altezza
1807	Settembre	13	4 pom.	5 17	— 3 16				
	Ottobre	27	5 »	4 48	— 0 71	Novembre	17, 19, 21	6 ant.	1 04
	Novembre	22	12 mer.	6 31	+ 0 92	Novembre	21, 23, 28	5 pom.	1 45
	* Novembre .	30	1 pom.	4 48	+ 1 65	Novembre-dicembre...	30, 3, 11	4 ant.	2 32
1808	Ottobre	16	6 ant.	5 17	2 62	Nessuna			
1809	Aprile.....	28	4 ant.	4 25	— 0 61	Nessuna			
	Dicembre.....	3	12 pom.	4 48	0 00				
	Dicembre.....	17	12 »	4 48	— 0 94				
	Dicembre.....	18	12 »	5 17	+ 0 30				
1810						Maggio	11, 13, 17	9 pom.	1 85
						Maggio	17, 19, 23	6 »	2 19
						Maggio-giugno	23, 29, 3	7 »	2 52
						Giugno	3, 4, 11	12 mer.	1 82
						Giugno	12, 16, 22	5 ant.	1 28
						Settembre	15, 18, 27	12 mer.	2 32
	* Ottobre	30	11 pom.	4 72	+ 1 21	Ottobre-novembre.....	30, 31, 3	9 pom.	1 63
	* Dicembre..	3	12 »	4 25	+ 0 59	Dicembre..... ..	2, 4, 9	12 »	1 60
1811						Maggio	22, 24, 26	5 ant.	1 35
						Giugno	24, 27, 30	12 mer.	1 14
	Settembre	29	5 ant.	4 25	— 1 35	Agosto-settembre.....	30, 31, 1	11 ant.	1 04
	* Ottobre	29	1/2 pom.	4 25	+ 1 58	Ottobre-novembre.....	28, 30, 4	10 »	1 58
1812	Novembre	17	12 pom.	4 25	— 0 75				
	Novembre	18	6 »	6 88	+ 0 15	Ottobre.....	10, 15, 19	7 pom.	2 55
	Dicembre.....	17	12 »	4 05	— 1 78				
1813	Dicembre.....	4	12 pom.	4 25	— 2 24	Settembre-ottobre	27, 1, 5	6 pom.	1 75
						Ottobre-Novembre.....	30, 31, 2	12 mer.	1 13
						Novembre	2, 6, 9	7 ant.	1 66

Anno	PIENE DI RENO					PIENE DI PO			
	Mese	Giorni	Colmo a ore	Colmo altezza	Altezza pelo di Po	Mese	Giorni	Colmo a ore	Colmo altezza
1814	Gennaio	5	12 pom.	4 05	— 0 83	Aprile	23, 25, 30	12 mer.	1 70
	Gennaio	22	9 »	4 25	— 1 31	Novembre	8, 10, 13	11 pom.	1 24
	Dicembre	28	5 »	4 25	— 2 82	Novembre	24, 25, 30	9 »	1 56
1815	Novembre	22	6 pom.	5 17	— 1 08	Giugno	9, 11, 19	12 mer.	1 87
						Ottobre–novembre	31, 2, 4	9 ant.	1 14
1816	Nessuna					Nessuna			
1817	Ottobre	27	6 pom.	4 25	— 3 20	Nessuna			
1818	Nessuna					Giugno	1, 4, 7	12 mer.	1 70
1819	Ottobre	21	11 pom.	4 72	— 1 97				
	Ottobre	23	6 ant.	6 69	— 2 56	Novembre	20, 22, 25	8 pom.	1 65
1820	Aprile	8	2 ant.	4 25	— 2 52	Nessuna			
	Ottobre	18	4 pom.	4 72	— 1 48				
	Ottobre	25	4 »	6 12	— 0 17				
	Novembre	15	12 »	4 72	+ 0 22				
1821	Gennaio	4	2 ant.	4 72	— 3 82	Nessuna			
	Dicembre	19	6 »	4 25	— 2 50				
	Dicembre	25	5 »	6 88	— 0 30				
	Dicembre	25	1 pom.	5 17	— 0 22				
	Dicembre	27	6 »	5 83	+ 0 11				
	Dicembre	29	4 ant.	7 06	+ 0 04				
1822	Nessuna					Nessuna			
1823	Nessuna					Ottobre	3, 7, 13	5 ant.	2 07
						Ottobre	13, 17, 28	11 »	2 49
						Ottobre–novembre	31, 1, 5	10 »	1 01

Anno	PIENE DI RENO					PIENE DI PO			
	Mese	Giorni	Colmo a ore	Colmo altezza	Altezza pelo di Po	Mese	Giorni	Colmo a ore	Colmo altezza
1824	Nessuna					Nessuna			
1825	Nessuna					Dicembre	10, 12, 19	3 pom.	1 88
1826	Novembre Novembre	2 26	8 pom. 12 mer.	4 72 3 67	— 0 47 — 0 71	Maggio-giugno	30, 1, 2	3 ant.	1 21
1827	Nessuna					Maggio Settembre-ottobre	12, 16, 31 30, 2, 5	12 mer. 4 ant.	2 54 1 65
1828	Nessuna					Nessuna			
1829	Nessuna					Settembre-ottobre Ottobre-novembre	18, 26, 9 27, 30, 1	12 mer. 3 pom.	2 00 1 50
1830	Dicembre Dicembre	10 25	2 ant. 12 pom.	6 12 4 72	— 2 09 — 2 12	Nessuna			
1831	Nessuna					Maggio	23, 25, 28	10 pom.	1 27
1832	Nessuna					Nessuna			
1833	Aprile	13	10 pom.	7 25	— 2 02	Settembre-ottobre	30, 2, 6	12 pom.	1 68
1834	Nessuna					Agosto-settembre	30, 1, 3	9 ant.	1 04
1835	Nessuna					Giugno Ottobre	1, 3, 7 4, 7, 10	12 mer. 5 ant.	1 75 1 70
1836	Febbraio Febbraio Febbraio Ottobre	2 26 27 2	6 pom. 10 » 8 » 9 ant.	4 72 4 48 4 48 5 42	— 4 44 — 2 52 — 0 47 — 1 04	Marzo Ottobre	8, 10, 12 10, 14, 20	8 pom. 7 ant.	1 04 1 91

Anno	PIENE DI RENO					PIENE DI PO			
	Mese	Giorni	Colmo a ore	Colmo altezza	Altezza pelo di Po	Mese	Giorni	Colmo a ore	Colmo altezza
1837	Agosto	11	12 mer.	4 48	— 3 10	Maggio	24, 26, 29	9 pom.	1 09
	Dicembre	9	1 ant.	4 05	— 2 95				
1838	Nessuna					Nessuna			
1839	Marzo	17	9 ant.	4 05	— 3 77	Ottobre	9, 11, 51	8 pom.	1 48
	* Novembre	3	6 »	4 48	+ 1 83	Ottobre	15, 21, 27	5 ant.	2 69
	* Novembre	12	7 pom.	4 48	+ 1	Ottobre-novembre	30, 7, 17	12 pom.	2 96
	* Dicembre	10	1 »	4 41	+ 1 92	Novembre	17, 20, 29	6 ant.	1 88
						Novembre-dicembre	29, 8, 25	12 mer.	2 21
1840	Nessuna					Novembre	2, 7, 18	3 pom.	2 64
1841	* Ottobre	29	6 ant.	4 25	+ 2 12	Febbraio	19, 21, 24	12 pom.	1 46
						Ottobre-novembre	28, 31, 8	1 »	2 48
1842	Settembre	14	2 ant.	7 25	— 1 36				
	* Settembre	29	1 »	4 05	+ 2 11	Settembre-ottobre	27, 30, 8	1° om.	2 22
	Novembre	29	1 »	4 05	— 1 11				
1843	Gennaio	12	5 pom.	4 25	— 2 99	Febbraio-marzo	22, 26, 3	12 mer.	1 51
	Gennaio	16	10 ant.	4 25	— 2 25	Giugno	7, 19, 14	2 pom.	1 48
						Novembre	4, 6, 7	10 ant.	1 14
1844	* Novembre	2	9 pom.	6 12	+ 0 91	Ottobre-novembre	24, 27, 2	12 mer.	2 26
	* Novembre	8	2 »	7 60	+ 1 16	Novembre	2, 6, 8	3 pom.	1 70
	Dicembre	17	7 »	4 05	— 0 98	Novembre	8, 10, 11	5 ant.	1 35
						Novembre	11, 13, 16	6 »	1 11
1845	Gennaio	20	3 pom.	4 94	+ 0 72	Gennaio	3, 5, 7	11 ant.	1 14
	Novembre	7	10 »	4 25	— 2 42	Gennaio	16, 18, 24	9 pom.	1 55
	Novembre	22	11 ant.	4 25	— 0 35	Novembre	14, 19, 21	1 ant.	1 33

Anno	PIENE DI RENO					PIENE DI PO			
	Mese	Giorni	Colmo a ore	Colmo altezza	Altezza pelo di Po	Mese	Giorni	Colmo a ore	Colmo altezza
1846	Nessuna					Maggio	18, 20, 29	12 pom.	2 49
						Ottobre	2, 6, 11	12 pom.	1 21
						Ottobre	19, 23, 28	6 ant.	2 60
						Ottobre-novembre	28, 2, 8	4 pom.	2 25
1847	Nessuna					Nessuna			
1848	Ottobre	18	10 ant.	4 25	+ 0 37	Aprile	9, 11, 14	8 pom.	1 31
						Aprile	22, 24, 28	12 mer.	1 72
						Giugno	8, 11, 17	5 pom.	1 16
						Ottobre	19, 23, 27	2 »	1 52
						Novembre	1, 3, 7	5 »	1 20
1849	Nessuna					Nessuna			
1850	Nessuna					Novembre-dicembre	29, 23, 2	5 pom.	1 18
1851	Novembre	1	11 ant.	4 25	+ 1 28	Settembre-ottobre	30, 7, 12	4 ant.	2 23
	* Novembre	2	3 »	4 25	+ 1 72	Ottobre	19, 22, 29	6 »	1 73
	Novembre	8	1 »	4 05	+ 0 72	Novembre	1, 5, 13	12 mer.	2 21
1852	Ottobre	10	11 pom.	4 25	— 1 29	Dicembre	2, 5, 7	1 pom.	1 70
1853	Dicembre	20	2 pom.	4 25	— 3 26	Giugno	16, 19, 22	3 pom.	1 29
1854	Nessuna					Nessuna			
1855	Febbraio	4	5 pom.	5 17	— 4 04	Aprile	1, 7, 12	12 mer.	1 86
	Febbraio	12	5 ant.	4 25	— 1 55	Giugno	3, 6, 14	12 »	1 85
	Febbraio	13	9 pom.	4 25	— 0 34	Giugno	17, 21, 27	12 »	2 09
	Febbraio	14	1 »	5 67	+ 0 47	Ottobre-novembre	30, 3, 10	8 ant.	2 57
	Settembre	30	9 »	4 25	— 2 86	Novembre	14, 20, 24	12 mer.	1 15

Anno	PIENE DI RENO					PIENE DI PO			
	Mese	Giorni	Colmo a ore	Colmo altezza	Altezza pelo di Po	Mese	Giorni	Colmo a ore	Colmo altezza
1856	Gennaio	8	4 ant.	4 05	— 0 44				
	Gennaio	8	3 pom.	6 88	— 0 20	Maggio	1, 2, 6	10 pom.	1 45
	Gennaio	10	2 »	4 05	— 0 00	Maggio-giugno	31, 4, 12	8 »	1 75
	Gennaio	20	3 ant.	5 17	— 1 28	Ottobre	2, 5, 9	6 »	1 70
	Gennaio	21	3 »	4 25	— 1 14				
1857	Ottobre	16	8 ant.	4 25	— 1 45				
	Ottobre	21	9 pom.	4 05	— 0 54	Ottobre-novembre	22, 26, 5	3 ant.	2 96
1858	Ottobre	12	8 ant.	6 88	— 4 11				
	Ottobre	12	5 pom.	5 17	— 3 03				
	Ottobre	20	8 »	6 12	— 1 11				
	Novembre	16	6 »	5 17	— 2 36	Ottobre-novembre	27, 30, 1	12 mer.	1 10
	Novembre	27	4 »	5 67	— 2 14				
1859	Ottobre	23	7 pom.	4 25	— 1 90	Nessuna			
	Ottobre	29	2 »	4 25	— 1 86				
	Novembre	9	11 »	4 25	— 1 45				
	Dicembre	26	4 ant.	7 25	— 2 98				
1860	Gennaio	4	3 pom.	4 72	— 2 19	Maggio	3, 5, 9	10 pom.	1 76
						Settembre-ottobre	28, 11, 8	2 ant.	1 77
						Dicembre	6, 11, 14	4 »	1 72
1861	Nessuna					Nessuna			
1862	Marzo	3	2 pom.	4 25	— 4 04	Aprile	1, 3, 5	6 pom.	1 00
	Novembre	13	2 »	6 12	+ 0 21	Novembre	3, 5, 10	4 ant.	2 04
	Novembre	25	9 »	6 50	— 0 63	Novembre	14, 16, 20	3 »	1 16
						Novembre-dicembre	27, 29, 1	2 ant.	1 26

NOTA A al § 85

1.° Nel comporre la scala dei deflussi di Po per li differenti stati di altezza di pelo del fiume sopra o sotto lo zero dell'idrometro di Pontelagoscuro, riportata nel prospetto V delli *Cenni idrografici su la Lombardia*, si è servito, il Lombardini, della seguente formula empirica:

$$Q = 767\ A^{3/2}\ \sqrt{0{,}115 - 0{,}00069\ A^2}$$

nella quale A esprime l'altezza viva di pelo sul fondo del fiume, che gli è data $A = y + 6{,}50$, cioè dalla variabile altezza di pelo d'acqua sopra o sotto lo zero dell'idrometro, sommata colla costante profondità di letto del fiume sotto zero, che assume di metri 6,50.

Tale formola empirica, espressa in termini più generali, prende la forma:

$$Q = \alpha\ A^{3/2} \left(1 - \beta\ A^2\right)^{1/2}$$

le cui costanti $\alpha = 767\ \sqrt{0{,}115} = 260{,}1$ $\qquad \beta = \dfrac{0{,}00069}{0{,}115} = 0{,}006$

dice di averle dedotte colli dati delle seguenti sperienze in esso prospetto V riportate:

Altezze di pelo d'acqua		Corrispondenti portate
sullo zero	sul fondo	
$y_{,} = -3{,}83$	$A_{,} = 2{,}67$	$Q_{,} = 1110{,}4$
$y_{,,} = -3{,}00$	$A_{,,} = 3{,}50$	$Q_{,,} = 1693{,}1$
$y_{,,,} = -2{,}33$	$A_{,,,} = 4{,}17$	$Q_{,,,} = 2176{,}0$
$y_{,,,,} = +1{,}84$	$A_{,,,,} = 8{,}34$	$Q_{,,,,} = 4739{,}6$

Considerando in fatto le costanti α, β come quantità incognite, si può facilmente determinarne il valore in modo che con sufficiente approssimazione soddisfacciano la equazione nelli differenti casi delle poche riportate sperienze.

Dette $A_{,}$ $A_{,,}$ le altezze vive, $Q_{,}$ $Q_{,,}$ le corrispondenti portate di due sperienze che si confrontano, ci son dati li valori di

$$\alpha = \left(\frac{A^5_{,,} Q_{,}^2 - A_{,}^5 Q^2_{,,}}{A_{,}^3 A^3_{,,} (A_{,,} - A_{,})} \right)^{1/2} \qquad \beta = \frac{A^3_{,,} Q_{,}^2 - A_{,}^3 Q^2_{,,}}{A^5_{,,} Q_{,}^2 - A_{,}^5 Q^2_{,,}}$$

Ed effettivamente combinando a due a due le sopra riportate sperienze, fatti gli opportuni sviluppi numerici,

si ottengono li seguenti valori di	α	β
dal confronto della sperienza I colla II . . .	248,8	— 0,01044
id. I » III . . .	253,8	— 0,00078
id. I » IV . . .	260,3	+ 0,00616
id. II » III . . .	265,6	+ 0,00434
id. II » IV . . .	269,9	+ 0,00674
id. III » IV . . .	272,3	+ 0,00687
assunti dal Lombardini	260,1	+ 0,00600

Non disconosciamo che qualche inesattezza nelli dati delle sperienze assunte, le cui vere portate sono sempre molto difficili a misurarsi, può certamente influire a rendere fra loro discrepanti li valori di α e β che se ne deducono; tuttavolta ci sembra troppo grande la discrepanza, singolarmente nei valori di β, per ispirarci sufficiente fiducia nella data formula empirica. D'altronde crediamo che qualunque consimile formula piacesse assumere, si potrebbero quasi sempre determinare le costanti arbitrarie, per modo che bene la soddisfacciano per li pochi casi dati, senza che ciò possa formare prova di sufficienza della formula stessa.

2.° Ci dice il Lombardini che ha dedotto la propria formula empirica da quella generale del moto equabile dell'acqua negli alvei, semplificandola coll'esclusione dei termini meno influenti nelle pratiche applicazioni, e ce la riporta:

$$Q = m \, L \, A^{3/2} \sqrt{p}$$

quale diffatti ci è data dal Tadini, comunemente accettata, e nella quale esprimesi con

Q = la portata al minuto secondo;
m = un coefficiente costante;
p = la pendenza;
A = l'altezza viva sul fondo;
L = la larghezza della sezione.

Or osserveremo che la larghezza L della sezione non resta costante, ma varia e cresce al crescere

dell'altezza viva A; sicchè detta l la larghezza di letto del fiume ed n la sommata larghezza delle due sponde sull'unità di altezza, si ha evidentemente $L = l + n\,A$; ed introdotta questa condizione nella riportata formula del moto equabile essa diventa:

$$Q = m\,l\,\sqrt{p}\,A^{3/2}\left(1 + \frac{n}{l}A\right)$$

Per lo scopo che si era prefisso il Lombardini, di comporre una scala di deflussi del gran fiume, con larga approssimazione al vero, poteva assumere costanti le quantità n, p, l, con che posto

$\frac{n}{l} = \beta$ $\qquad$ $m\,l\,\sqrt{p} = \alpha$ $\qquad$ la formula del moto equabile si tramuta

$$Q = \alpha\,A^{3/2}\left(1 + \beta\,A\right)$$

Confrontata or questa colla formola generale empirica del Lombardini

$$Q = \alpha\,A^{3/2}\left(1 - \beta\,A^{2}\right)^{1/2}$$

sopra riportata, ci accade di osservare che il fattore della $\alpha\,A^{3/2}$ non può essere un radicale, ed il coefficiente β vuol essere positivo e non negativo applicato alle semplici altezze vive, non ai quadrati di queste.

Del resto neanchè la nostra formula, con qualche maggior rigore dedotta da quella del moto equabile del Tadini, non sarebbe abbastanza attendibile, e non lo sarebbe affatto quando dovesse servire alla misura della portata di piena, avvegnachè nei differenti stati d'acqua non solo la larghezza media di sezione, ma anche la pendenza p di pelo, lungi dal restare costante cresce al crescere delle altezze vive A.

3.° Esaminando il prospetto IX delli citati *Cenni*, nel quale lo stesso Lombardini ci riporta le altezze di piena avvenute in Po dall'anno 1802 al 1841, riferite al pelo magro del fiume, osserviamo che queste altezze con piccole variazioni costantemente crescono sempre procedendo da monte à valle in tutte le piene fino ad Ostiglia, e da Ostiglia alla foce in mare viceversa costantemente decrescono.

È d'uopo conseguentemente argomentare che lo afflusso d'acqua di piena dai tronchi superiori facendosi a monte di Ostiglia sempre maggiore di quello che scaricano li tronchi inferiori, vi induce rigurgito per modo che il fiume dispone il pelo delle proprie piene con una pendenza minore che non è quella del pelo magro.

Ma viceversa al dissotto di Ostiglia obbedendo alla chiamata di sbocco dispone invece il proprio pelo sotto una pendenza maggiore di quella del pelo magro; sicchè la chiamata di sbocco si fa sentire fino ad Ostiglia. Pontelagoscuro resta a circa 55,5 chilometri a valle di Ostiglia, quindi in una situazione che risente indubitatamente la chiamata di sbocco. Certamente in acque men alte il ventre, e quindi il punto di partenza della chiamata di sbocco, discende alquanto al di sotto di Ostiglia, ma tuttavolta si farà sempre sentire a Pontelagoscuro che vi dista, come è detto, di ben 55,5 chilometri. E ciò stante è pur chiaro, che al crescere delle altezze vive deve pur crescere la cadente di pelo del fiume, e col crescere di questa deve del pari farsi maggiore la velocità di scarico.

4.° Come abbiamo osservato, al crescere delle altezze vive della sezione di efflusso cresce pur sempre anche la larghezza media della sezione stessa.

In istato ordinario d'acqua del fiume, e fino a quella determinata altezza alla quale comincia a farsi sentire la chiamata di sbocco, la pendenza di pelo se non si conserva costante pochissimo può variare, e perciò anche la velocità di deflusso se non si conserva costante pochissimo varierà, ma pur sempre in aumento, non mai in diminuzione al crescere delle altezze vive della sezione.

Raggiunta quell'altezza alla quale comincia a farsi sentire la chiamata di sbocco, la cadente di pelo, e conseguentemente anche la velocità di deflusso, progressivamente crescono in modo sempre più sentito al crescere delle altezze vive della sezione di efflusso.

Ciò stante è evidente, che gli incrementi di portata devono indeclinabilmente farsi con modulo crescente, non mai decrescente, perchè non avvi nessuno elemento nella formola del moto equabile del Tadini riportata dallo stesso Lombardini, che diminuisca o cresca meno, al crescere delle altezze vive.

Esaminata la scala degli efflussi di Po calcolati a Pontelagoscuro, riportati nel prospetto V, ed osservando che le differenze prime danno gli incrementi di portata, e le differenze seconde il modulo degli incrementi stessi, crediamo di poter avvertire che queste differenze seconde dovrebbono farsi sempre maggiori con piccolissimo aumento, fino a quel certo limite in cui comincia a farsi sentire la chiamata di sbocco, e dovrebbono crescere di poi con un aumento sempre sentitamente maggiore.

Ma questa legge non è osservata nella scala degli efflussi del Lombardini, li cui incrementi di portata sono costantemente dati con modulo decrescente.

5.° E qui crediamo non dover ommettere di accennare come al sito dell'idrometro della Zocca, che sta alquanto a valle di Pontelagoscuro e poco a monte di Polesella, succede sempre un parziale ventre di piena che si fa sentire fino a Pontelagoscuro, per modo che anche correndo la piena del 1839, mentre a monte di Pontelagoscuro ed a valle della Zocca correva il fiume con disposizione di pelo convergente verso il pelo di magra, nel tronco intermedio fra Pontelagoscuro e la Zocca si conservava viceversa divergente dal pelo magro.

Tale circostanza però non toglie forza alle conclusioni alle quali siam venuti sulla poca attendibilità della scala degli efflussi di Po, calcolati sulle altezze di pelo a Pontelagoscuro.

Il profilo di livellazione di un fiume che riporta le profondità medie dell'alveo presenta sempre una disposizione irregolarissima di letto a piani, che grandemente variano di declività, e che presentano anche alternati frequenti piani acclivi. Ciò dipende dalla variabile larghezza dell'alveo, e ben ancora e soprattutto dalle più o men risentite risvolte nell'andamento del fiume.

Il pelo magro, senza mai disporsi a piano acclive, segue non pertanto molto da vicino la disposizione dei piani del letto, e non può dare certa norma intorno al corso del fiume.

In istato ordinario d'acqua il pelo del fiume molto meglio si spiana, correggendo con declività medie e sopra più lunghi tronchi le variazioni di pendenza che si alternano nel pelo magro. Sicchè rispetto al pelo magro il pelo ordinario presenta come direbbesi una certa successione di ventri, in effetto dei quali i due peli si fanno or convergenti or divergenti.

In istato morbido e grosso d'acqua il pelo del fiume si spiana ancor d'avvantaggio, correggendo con pendenze medie e sopra complessivi maggiori tronchi le più risentite differenze di declività del pelo ordinario. Sicchè anche le convergenze e divergenze del pelo morbido rispetto al pelo magro medio del fiume, corrispondenti al tronco stesso, si fanno sempre meno spiccanti.

Il pelo di piena del fiume assume ancora una più regolare disposizione, perchè vanno sparendo le alternate maggiori o minori declività che nello stato di morbida aveva il fiume, il quale in piena sopra più lunghi tronchi inferiori non assume che quelle cadenti che sono imposte dalle leggi della chiamata di sbocco in

mare disponendo il suo pelo convergente con quello di media e di magra, nel mentre stesso che nei tronchi superiori obbedisce alla legge dei regurgiti disponendo invece il pelo di piena divergente dal pelo di media ed ancor più da quello di magra.

E quanto più alta monta la piena, tanto più a monte si fa sentire la chiamata di sbocco, e tanto maggiore si fa la convergenza nei tronchi inferiori e la divergenza nei superiori rispetto al pelo magro, e svaniscono sempre più li locali ventri delle piene minori. Che se pure qualche locale ventre si conserva anche in più alte piene, le anomale divergenze nei tronchi inferiori soggetti alla chiamata di sbocco, o viceversa le anomale convergenze nei tronchi superiori, cagionate le une e le altre da codesti conservatisi ventri locali, vanno facendosi sempre minori quanto più alto monta lo stato del fiume. Di guisa che può reputarsi che in una eccessiva piena, cessate del tutto anche tali accidentali anomalie, le leggi generali della chiamata di sbocco e del regurgito non soffrano più alterazioni di sorta.

E ciò stante regge l'argomentazione che abbiamo fatta per provare che gl'incrementi di portata dei deflussi di Po a Pontelagoscuro devono farsi con modulo crescente e non mai decrescente, crescendo le altezze vive.

6.° Una prova materiale che la cadente di pelo del fiume a valle di Pontelagoscuro cresce col crescere delle altezze di pelo del fiume, malgrado che in piena corra divergente dal pelo magro, la deduciamo dal prospetto IX delle altezze delle piene sul pelo magro del fiume che ci è dato dal Lombardini.

A Pontelagoscuro la più alta piena si fu quella del 1839, che assunse sul pelo magro l'altezza di metri 8,58
La più bassa è quella del 1823, che stette a . . . . . » 8,11
Sicchè fra le due piene si ebbe a Pontelagoscuro la differenza d'altezza di . . . . . metri 0,47
Alla Polesella ci è data invece l'altezza della piena del 1839 sul pelo magro di metri 8,15
E quella del 1823 . . . . . » 7,86
Che dànno una differenza d'altezza di . . . . . metri 0,29

Ora se a maggiori altezze di pelo di piena a Pontelagoscuro corrispondono minori altezze osservate a Polesella, è pur evidente che a valle di Pontelagoscuro il pelo della piena assume maggiori pendenze col crescere delle altezze di pelo sulla guardia, quantunque possa correre con pelo divergente dalla magra.

La divergenza stessa si farà tanto minore quanto più alto monta lo stato del fiume, e lo scarico della piena succederà quindi sempre con tanto maggiore velocità quanto più alto monta il pelo del fiume.

7.° Per siffatti motivi non potendosi accordare certa fiducia alla scala di efflussi calcolata dal Lombardini, colla quale desunse la misura di portata della massima piena 1839 di Po; or ci faremo ad altra più diretta ricerca appigliandoci anzichè alle sperienze del Bonati a quella più recente fatta dalli professori ed allievi della scuola degli ingegneri di Ferrara, cui possiamo accordare maggior fiducia, per ciò che, certamente senza usare minori diligenze, seppero scegliere a Fossadalbero un tronco di fiume di più regolare andamento, e meglio appropriato a siffatte ricerche.

Tale sperienza fu fatta l'11 giugno 1820 con uno stato di fiume morbido a metri 2,33 sotto guardia, ed il professore Venturoli ce ne riporta li seguenti dati:

$$Q = 2176, \text{ portata misurata;}$$
$$S = 1899, \text{ media sezione viva;}$$
$$L = 400, \text{ larghezza della sezione;}$$
$$k = \frac{S}{L} = 4{,}75 \text{ altezza viva.}$$

In questa ricerca ci serviremo del canone Tadini comunemente addottato, e giusta il quale dette k k_1 le altezze vive di due sezioni; L L_1 le corrispondenti larghezze medie; p p_1 le relative cadenti di pelo,

ammesso, com'è qui compatibile, che il contorno bagnato non differisca in modo apprezzabile dalla larghezza media della sezione, le corrispondenti portate nei due casi ci son date

$$Q = \alpha p^{1/2} L k^{3/2}; \qquad Q_1 = \alpha p_1^{1/2} L_1 k_1^{3/2}$$

dalle quali deduciamo

$$Q_1 = Q \left(\frac{p_1}{p}\right)^{1/2} \frac{L_1}{L} \left(\frac{k_1}{k}\right)^{3/2}$$

se or qui poniamo

$$\frac{p_1}{p} = 1; \qquad \frac{L_1}{L} = 1, \qquad \text{otteniamo } Q_1 = Q \left(\frac{k_1}{k}\right)^{3/2}$$

e quindi l'analogia $Q_1^2 : Q^2 :: k_1^3 : k^3$ conforme alli precetti del celebre Guglielmini, che *li quadrati delle portate stanno come li cubi delle altezze vive.*

7.° Ma rispetto alle fatte supposizioni ci è or d'uopo osservare che generalmente si può assumere come limite forse massimo $L_1 = L + 2(k_1 - k)$ lo che da $L_1 = L\left(1 + \frac{2(k_1 - k)}{L}\right)$ ed essendo $k_1 - k$ sempre piccola misura in confronto della larghezza media L del gran fiume, la frazione $\frac{2(k_1 - k)}{L}$ è sempre piccolissima e tale da poter essere trascurata. Quindi si può benissimo assumere $\frac{L_1}{L} = 1$ senza timore di apprezzabile errore.

Ma rispetto all'altra frazione $\frac{p_1}{p}$ è or d'uopo considerare che un fiume quanto va più grosso d'acqua corre generalmente con sempre minor cadente di pelo, e quindi se $k_1 > k$ deve essere $p_1 < p$ e quindi $\frac{p_1}{p}$ una frazione propria minore dell'unità. Ma per ciò che abbiamo osservato nei tronchi inferiori dove il fiume risente la chiamata di sbocco avviene il contrario. In questi alzandosi la piena sempre meno quanto più si avvicina allo sbocco, la cadente del fiume deve farsi maggiore di quella che esso aveva quando correva in acqua magra e più bassa. Ond'è che per quanto estendesi la chiamata di sbocco dovendo essere $p_1 > p$ risulta $\frac{p_1}{p}$ una frazione impropria maggiore dell'unità, della quale è pur d'uopo tener conto, trattandosi appunto di un tronco di fiume che sente la chiamata di sbocco; sicchè dobbiamo assumere la formola:

$$Q_1 = \left(\frac{p_1}{p}\right)^{1/2} \left(\frac{k_1}{k}\right)^{3/2} Q$$

I professori Venturoli e Sereni ci avvertono di fatto che il pelo della piena converge verso quello della magra nel rapporto di oncie 17 e punti 7 sopra di una lunghezza di pertiche 3910, e conseguentemente dalla cadente di pelo del fiume in magra $p = 0{,}0000661$ desumono quello della piena $p_1 = 0{,}0000996$.

Questi limiti potranno forse ben corrispondere fra gli estremi di massima magra e di massima piena, ma essendo stata fatta la sperienza con uno stato abbastanza morbido di fiume, crediamo doverci attenere ad un

medio fra i dati limiti, e quindi ferma la cadente di pelo della piena, che abbastanza ben corrisponde ai riscontri che abbiamo fatti, assumiamo la cadente di pelo in istato morbido $p = 0{,}0000804$, e quindi il rapporto

$$\frac{p_1}{p} = \frac{996}{804}$$

Ora la massima piena del 1839 ha segnato sulla guardia l'altezza di . . . . . metri 2,96

Ed il pelo d'acqua del dì della sperienza fatta dalli professori ed allievi della scuola corrispondeva sotto guardia a . . . . . » 2,33

E correva il fiume coll'altezza viva . . . . . $k =$ 4,75

Desumiamo quindi l'altezza viva corrispondente alla sezione della massima piena del 1839 $k_1 =$ 10,04

Sostituendo adesso questi dati numerici alla nostra formula e fatti li sviluppi di calcolo troviamo:

$$Q_1 = 2176 \left(\frac{996}{804}\right)^{1/2} \left(\frac{10{,}04}{7{,}45}\right)^{3/2} = 7443$$

Abbiamo accennato come questo tronco di fiume entro del quale fu fatta la sperienza va soggetto ad un locale ventre di piena che, anche correndo quella del 1839, si è riconosciuto all'idrometro della Zocca, ond'è questo un tronco nel quale il pelo della piena corre divergente da quello della magra. Ma abbiamo dimostrato come ciò non toglie che da uno stato basso ad uno stato alto di fiume esso non accresca la propria cadente di pelo, sia poi che l'aumento proceda coll'accrescersi effettivamente la convergenza, o col diminuirsi la divergenza dal pelo magro. E poichè alla fin fine non abbiamo tenuto conto che di tale effettivo aumento di cadente dallo stato di morbida a quello di massima piena, la portata che ne abbiamo desunto non potrebbe ammettere eccezioni di sorta.

Quì abbiamo assunto gli essenziali elementi di cadente di pelo in piena ed in magra quali ci son dati dai distinti idraulici Venturoli e Sereni, ed abbiamo inoltre creduto di dover assumere per lo stato morbido del fiume una cadente media fra quelle di magra e di piena forse anche superiore al vero; e quando pure il risultamento che ne abbiamo ottenuto fosse men precisamente conforme al vero, esso vale però quale conferma della maggiore esattezza di quella misura della portata di piena che fu da noi calcolata con più rigorosi ed esatti elementi.

NOTA **B** al § 119

1.° Ammessa l'ipotesi, che a parità di altre circostanze la cadente del fondo deve essere in ragione inversa dei quadrati della velocità della corrente, per conoscere la nuova pendenza che assumerà il letto di un fiume ingrossato che sia dalle acque di un influente della stessa natura, ammetteremo, per render meno difficile il problema, che il moto sia equabile, e detto:

Q = la portata originale del fiume;
q_1 = quella dell'influente;
p = la pendenza primitiva;
k = l'altezza viva della sezione;
L = la larghezza media della stessa pel canone Tadini, si ha nel fiume solitario:

$$\frac{1}{a^2} = \frac{p L^2 k^3}{Q^2}$$

essendo a un costante coefficente delle resistenze uniformi; e detta v la velocità di corso sarà $v = \frac{Q}{Lk}$, e posto per Q il suo valore, dedotto dal canone Tadini $v = a\sqrt{pk}$

Dopo la immissione del confluente la portata del fiume ingrossato diventa $Q + q_1$

Nei primi tempi dell'immissione l'aumentata velocità del recipiente, dipendentemente dall'incremento di portata fluente sul letto primitivo ancora immutato, andrà a poco a poco escavando, e quindi diminuendo la cadente, fino a raggiungere un nuovo stabilimento, raggiunto il quale poniamo che sia diventato:

p_1 = la cadente del letto;
k_1 = l'altezza viva della sezione,
L_1 = la larghezza media della stessa.

In tale stato di cose pel canone Tadini si avrà la nuova equazione

$$\frac{1}{a^2} = \frac{p_1 L_1^2 k_1^3}{(Q + q_1)^2}$$

e quindi la nuova velocità permanente dell'acqua

$$v_1 = \frac{Q + q_1}{L_1 k_1}$$

e poichè la nuova equazione del moto ci dà

$$Q + q_1 = a\ L_1\ k_1\ \sqrt{p_1\ k_1}\text{; fattane la sostituzione si ha } \quad v_1 = a\ \sqrt{p_1 k_1}$$

ma pel principio ammesso, dovendo sussistere l'analogia

$$p : p_1 :: \frac{1}{v^2} : \frac{1}{v_1^2} \qquad \text{dalla quale} \quad p_1 = p\left(\frac{v}{v_1}\right)^2$$

sostituendo per v e v_1 li trovati valori si desume

$$p_1^2 = p^2\left(\frac{k}{k_1}\right) \qquad \text{ed anche } p_1^6 = p^6\ \frac{k^3}{k_1^3}$$

ed ottenendosi dalle equazioni prima e dopo dell'immissione

$$k^3 = \frac{Q^2}{a\ p\ L^2}; \qquad k_1^3 = \frac{(Q+q)^2}{a\ p_1\ L_1^2}$$

sostituiti questi valori si ha

$$p_1^6 = p^6\ \frac{Q^2}{p\ L^2}\ \frac{p_1\ L_1^2}{(Q+q_1)^2} \quad \text{ossia} \quad p_1^5 = p^5\left(\frac{Q}{Q+q_1}\right)^2\left(\frac{L_1}{L}\right)^2$$

ed infine

$$p_1 = p\left(\frac{Q}{Q+q_1}\right)^{2/5}\left(\frac{L_1}{L}\right)^{2/5}$$

2.° Quando un fiume si ingrossa per nuove acque che riceve, assume anche una larghezza media di sezione viva alquanto maggiore di quella che aveva dapprima. Se l'allargamento fosse proporzionato all'aumento d'acqua che riceve avrebbesi

$$L_1 = L\ \frac{Q+q_1}{Q} = L\left(1 + \frac{q_1}{Q}\right)$$

ma per il fatto l'aumento di larghezza della sezione è sempre molto inferiore ed assai piccolo. L'ispezione delle sezioni che corredano il profilo di livellazione Brighenti ci fa conoscere che il Primaro conserva pressochè costante, o con ben piccolo aumento la propria larghezza media d'alveo, anche dopo le successive confluenze di Sillaro, di Santerno, di Senio; e con sufficiente approssimazione possiamo assumere

$$L_1 = L\left(1 + \frac{\beta\ q_1}{Q}\right) \quad \text{qualora si ponga } \beta = 0{,}1\ . \quad \text{onde si ha } L_1 = L\left(\frac{Q+\beta\ q_1}{Q}\right)$$

e quindi

$$\frac{L_1}{L} = \frac{Q+\beta\ q_1}{Q} \qquad \text{fatta questa sostituzione troviamo } p_1 = p\left(\frac{Q+\beta\ q_1}{Q+q_1}\right)^{2/5}$$

Dall'espressione di questa pendenza p_1 nella quale il fiume dispone il proprio letto inferiormente alla

confluenza di un primo influente della portata $q_{,}$ facilmente deducesi la pendenza $p_{,,}$ che assumerà dopo la confluenza di un secondo influente della portata $q_{,,}$ qualora nella dedotta formola si sostituisca $Q + q_{,}$ a Q e $q_{,,}$ a $q_{,}$ onde si deduce

$$p_{,,} = p_{,} \left(\frac{Q + q_{,} + \beta q_{,,}}{Q + q_{,} + q_{,,}} \right)^{2/5}$$

e sostituendo per $p_{,}$ il suo valore si ottiene

$$p_{,,} = p \left(\frac{Q + \beta q_{,}}{Q + q_{,}} \right)^{2/5} \left(\frac{Q + q_{,} + \beta q_{,,}}{Q + q_{,} + q_{,,}} \right)^{2/5}$$

È facile così conoscere come cambino le pendenze mano mano che il fiume riceve nuovi influenti.

Ora se esprimiamo con $D_{,}$ $D_{,,}$ $D_{,,,}$ le lunghezze dei tronchi di fiume comprese fra il primo ed il secondo, fra il secondo ed il terzo influente ecc., evidentemente le successive cadenti di letto dall'una all'altra confluenza ci son date $h_{,} = p_{,} D_{,}$; $h_{,,} = p_{,,} D_{,,}$ e la totale caduta dal primo al terzo influente $H = p_{,} D_{,} + p_{,,} D_{,,}$ e sostituiti a $p_{,}$ e $p_{,,}$ i loro valori si avrà

$$H = p \left(\frac{Q + \beta q_{,}}{Q + q_{,}} \right)^{2/5} D_{,} + p \left(\frac{Q + \beta q_{,}}{Q + q_{,}} \right)^{2/5} \left(\frac{Q + q_{,} + \beta q_{,,}}{Q + q_{,} + q_{,,}} \right)^{2/5} D_{,,}$$

ossia

$$H = p \left(\frac{Q + \beta q_{,}}{Q + q_{,}} \right)^{2/5} \left(D_{,} + \left(\frac{Q + q_{,} + \beta q_{,,}}{Q + q_{,} + q_{,,}} \right)^{2/5} D_{,,} \right)$$

Per applicare in adesso questa nostra formula ci è d'uopo di conoscere la portata Q primitiva del fiume e quelle $q_{,}$ $q_{,,}$ $q_{,,,}$ degli influenti che lo ingrossano.

3.° Non sono le grosse e straordinarie piene quelle colle quali un fiume regola la capacità di sezione del proprio alveo e la cadente del proprio letto, ma sibbene le piene ordinarie. Nelle straordinarie il fiume solca e sprofonda il proprio alveo, ma col decrescere delle stesse ricolma e ripristina quell'alveo di che abbisogna allo scarico delle piene ordinarie.

Il prof. Brighenti dà di metri 923 la portata della massima piena del settembre 1842 di Reno-Primaro, misurata al dissotto dell'ultimo confluente, il Senio. E questa piena essendo stata in altezza superata di metri 0,33 dall'altra del novembre 1844, giudica la portata di questa ultima di circa metri cubi 1000. Crederebbesi perciò di non allontanarsi gran fatto dal vero assumendo di metri cubi 800 la portata media delle ordinarie grosse piene di Reno-Primaro. Ed ammettendo come giuste le osservazioni colle quali il Brighenti dimostra che il concorso di portata di piena di Reno-Samoggia equivale alla portata di piena che in Primaro possono immettere l'Idice e la Quaderna uniti; or cercheremo come concorrano con questi gli altri influenti Sillaro, Santerno e Senio a costituire l'ordinaria portata di piena che vogliamo assumere di metri cubi 800 inferiormente all'ultimo confluente di Primaro.

Certamente senza determinata legge or più l'uno or più l'altro gonfi portano le rispettive piene in Primaro questi influenti, ed il tributo medio con cui essi concorrono a formare la piena del recipiente, non in altro modo potrebbesi dedurlo che dalla estensione dei rispettivi loro bacini in piano ed in monte.

Questi bacini tributarii ci son dati dalle effemeridi di Reno dal professore Brighenti per

Idice-Quaderna di	chilometri quadrati,	in piano	475	in monte	1104
Sillaro	id.	id.	488	id.	208
Santerno	id.	id.	440	id.	244
Senio	id.	id.	305	id.	300

Adottando li coefficenti di tributo d'acqua di metri cubi 0,028 in monte, e metri cubi 0,006 in piano, che il Lombardini assumeva per dedurne la media portata di deflusso annuo di Panaro, il quale trovasi in condizioni non gran fatto diverse da quelle delli nostri influenti, desumiamo li seguenti rapporti di portata:

Idice e Quaderna	metri cubi	19,92
Sillaro	id.	6,51
Santerno	id.	13,78
Senio	id.	10,34
Che dànno metri cubi		50,55

Quindi regolando con questi rapporti di medio annuo deflusso d'acqua la totale portata di piena di Primaro quale la abbiamo assunta, desumiamo il seguente concorso di piene dell'

Idice e Quaderna	metri cubi	315
Sillaro	id.	103
Santerno	id.	218
Senio	id.	164
Totale metri cubi		800

4.° Desunti questi elementi, or osserveremo che l'Idice e Quaderna uniti nell'ultimo loro comune tronco di sfociatura in Primaro in buona analogia colle cadenti di letto sotto le quali è regolata tutta l'asta superiore già sistemata dell'Idice, va ad assumere una pendenza di letto di metri 0,30 per chilometro, e conseguentemente riguardando l'Idice e la Quaderna come il fiume originario, che entrando in Primaro riceve il Sillaro poi il Santerno, si ha $p = 0,3$; $Q = 315$; $q' = 103$; $q_{,,} = 218$ e quindi essendo

$$\beta = 0,1\,; \qquad \frac{Q + \beta q_{,}}{Q + q_{,}} = \frac{325,3}{418}\,; \qquad \frac{Q + q_{,} + \beta q_{,,}}{Q + q_{,} + q_{,,}} = \frac{439,8}{636}$$

e le lunghezze di tronco di fiume essendoci date fra la confluenza di Sillaro e quella di Santerno, $D_{,} = 7,5$, e fra quelle di Santerno e Senio $D_{,,} = 11$ chilometri, fatte queste sostituzioni troviamo

$$H = 0,3 \left(\frac{325,3}{418}\right)^{2/5} \left(7,5 + \left(\frac{43,98}{636}\right)^{2/5} 11\right) = 0,3 \times 0,9046 \left(7,5 + 0\ 8628 \times 11\right) = 4,61$$

totale caduta di letto che assumerà il fiume fra la confluenza di Sillaro e quella di Senio.

5.° Per provare in adesso come le nostre formule dedotte colla assunta ragionevole ipotesi ben poco si scostino dal vero, ne faremo un confronto applicandole alle condizioni attuali di Reno-Primaro. Fermo che il concorso di incremento che porta la piena di Reno-Samoggia sopra quella che vi tributano gli influenti di Primaro equivalga alla metà della portata propria, che è quella che abbiamo del pari assunta qual portata

di piena dell'Idice-Quaderna, restando perciò le stesse tutte le portate Q q, $q_{,,}$ non variano i valori di p, e $p_{,,}$ se non in quanto varia quello di p cioè la pendenza colla quale entra Reno in Primaro a monte della confluenza di Sillaro. Ora dalle disposizioni di letto sotto le quali correva il fiume nel 1844 e 1845, riportate nel profilo di livellazione Brighenti, si desume che sopra di un abbastanza lungo tronco di fiume a monte della confluenza di Sillaro gode il fiume di una cadente di letto di metri 0,23 per chilometro, e pertanto fatta questa sostituzione di $p = 0{,}23$ troviamo:

$$H = 0{,}23 \times 0{,}9046 \left(7{,}5 + 0{,}8628 \times 11 \right) = 3{,}55$$

totale caduta di letto fra la confluenza di Sillaro e quella di Senio. E poichè il profilo di livellazione Brighenti ci mostra che nelle attuali condizioni la caduta di letto di Reno-Primaro fra detti limiti è di metri 3,30, abbiamo prova che l'applicazione della formula dedotta colla nostra ipotesi non si dilunga gran fatto dal vero, e ci porta a risultamenti piuttosto in eccesso che in difetto.

Ciò nullameno ripeteremo sempre che non pretendiamo di aver data una rigorosa soluzione del problema, ma solo tentato un calcolo di approssimazione che ci conduce a risultamenti abbastanza prossimi al vero.

PROGETTO D'IMMISSIONE

DI RENO IN PANARO, E DI RENO E PANARO UNITI IN PO

PROGETTO D'IMMISSIONE

DI RENO IN PANARO, E DI RENO E PANARO UNITI IN PO

1.° Le opere che strettamente riguardano la immissione di Reno in Po, quali erano state considerate ed incamminate giusta il piano della Direzione di Acque e Strade durante il primo Regno d'Italia, sono:

a) L'apertura di un nuovo alveo al Reno, deviandolo dal corso attuale alla risentita svolta Panfilia a valle della città di Cento, ed immettendolo nell'alveo di Panaro, al sito detto l'Imbarco poco a valle di Bondeno;

b) L'allargamento e raddrizzamento dell'alveo di Panaro dalla confluenza di Reno-nuovo al suo sbocco in Po alla Stellata;

c) La costruzione di due botti, l'una sotto Panaro, l'altra sotto Reno-nuovo, per raccogliere gli scoli delle campagne e valli mantovane, modenesi e ferraresi sulla sinistra di Panaro nel colatore Burana, e condurli assieme alle acque del Canalino di Cento, del Tassone ed altre nel naviglio di Po di Volano, regolando nel loro percorrimento il sistema e la condotta generale di tutte queste acque.

2.° Di tali opere è stata eseguita l'apertura del nuovo cavo d'alveo di Reno colla costruzione degli argini che ne lo marginano dalla Panfilia all'Imbarco, meno un primo tronco di circa un chilometro all'incile del taglio dove dovrebbesi fare la deviazione del fiume dal vecchio al nuovo alveo, e dove sarebbe stato divisato di piantare la prima pescaia che deve correggere il salto dal

vecchio al nuovo letto. E del pari fu ommessa la esecuzione di altro breve tratto d'alveo alla confluenza del nuovo fiume nell'alveo di Panaro presso l'Imbarco.

In Panaro è stato eseguito solo il rialzo de' suoi argini portati alla prestabilita prevalenza sulla massima piena del 1801.

Fu costruita e trovasi ben conservata la botte sotto Panaro, al cui compimento altro non resta che di costruire all'imbocco ed allo sbocco delle canne le due casette per la custodia e per la manovra delle travate, colle quali si divisa di poterle intercludere e togliere eventualmente il deflusso per esse delle acque.

L'altra botte sotto Reno-nuovo era stata appena cominciata nella fondazione della platea generale sopra circa due terzi della sua lunghezza; ma gravi difficoltà incontrate nelle aggottature avendo obbligato a differirne il proseguimento a più opportuna stagione, avvenne che nel frattempo cadesse il Regno d'Italia, e, tornata la pristina divisione di Stati, l'opera rimase da allora in poi affatto abbandonata.

3.° La nuova inalveazione di Reno, come già si disse, nella massima parte eseguita, venne a tenore di progetto regolata colla normale sezione di metri 53,20 di larghezza di letto, e di metri 161 fra ciglio e ciglio interni degli argini.

La cadente di letto veniva prestabilita nel rapporto di metri 0,30 per chilom. rimontando dalla confluenza in Panaro all'insù. Solo nella lunghezza di circa cinque chilom., dove succeder deve la deviazione del fiume, il letto veniva regolato dalla cresta di tre successive pescaie, che tracciavano una rapida colla pendenza di metri 0,94 per chilom. onde moderare il salto dal vecchio al nuovo letto.

Agli argini è stata assegnata la larghezza di corona di metri 5,70 con prevalenza di metri 6,80 sul letto, e con pendenza di scarpe del due per uno; e per di più vennero presidiati con frontali golenette mediamente larghe metri 40, che restano però molto basse nel tronco inferiore verso Bondeno, e si rialzano man mano verso la Panfilia anche di troppo all'incile del nuovo alveo.

4.° Ripetuta la livellazione di Reno-nuovo, e fattone confronto col profilo dell'originale progetto di questa nuova inalveazione, rilevato dall'in allora Ingegnere in capo poi Ispettor generale Assalini, si riconobbe esservi solo i seguenti punti che consentivano fare un positivo riscontro; cioè al capo stabile della casa Del Dosso con particolari diligenze conservato, alla chiesetta Mosti, a Bondeno, ed alla Stellata; e tutti questi punti fissi con trascurabili differenze di qualche centimetro ben corrispondono col profilo Assalini. Tale originale profilo di livellazione venne rilevato attraverso campagna sull'asse del nuovo cavo d'alveo che dovevasi aprire, come fu aperto. Sicchè il piano di campagna dato da questo

profilo non poteva essere riscontrato. Però assumendo una media fra le altezze del piano di campagna al piede degli argini destro e sinistro, anche codesto piano di campagna dedotto dalla media abbastanza ben corrisponde con quella approssimazione che si può attendere in simili ricerche. Ma quando poi si viene al confronto delle altezze di corona che or presentano gli argini, con quelle che devono esservi state assegnate all'atto di esecuzione dell'opera, si trovano rilevanti differenze di minor altezza che effettivamente or presentano gli argini attuali.

5.° Non tenendo conto di un primo tratto all'incile della nuova inalveazione alla Panfilia, dove ricorreva grande sterro e piccolo rilevato da alzarsi sopra un primo tronco di nuovo fiume di circa due chilometri, gli argini nuovi hanno la corona di oltre mezzo metro più bassa del dovere. Successivamente sopra circa altri quattro chilometri si riscontrano gli argini dai metri 1,20 ai metri 1,30 più bassi di quanto porta il tracciato del primitivo progetto. Ed in prossimità all'Imbarco di Bondeno si misura l'abbassamento avvenuto di metri 0,75 prossimamente.

Le maggiori depressioni avvenute si riscontrano là dove più alti ricorrono gli argini costruiti sulla bassa campagna, per modo che questi, mentre dovevano assumere un'altezza di circa metri 5,70 sul piano di campagna, or non presentano che la sola altezza di metri 4,40 circa.

Siffatte differenze non possono altrimenti dipendere che per effetto di naturale costipamento delle terre. La misura di tale costipamento è senza dubbio un po' forte, giacchè corrisponde quasi ad un quinto dell'altezza del rilevato. Ma egli è anche da osservare che questi argini vennero certamente costruiti con argilla tenace e molto pregna di acqua, e di più che è già trascorso oltre mezzo secolo da che furono costruiti. D'altronde che tale abbassamento di corona proceda non altrimenti che da costipamento delle terre ce lo conferma la distensione che hanno assunto le scarpe, le quali or presentano una pendenza molto superiore a quella del due di larghezza per uno di altezza che deve esservi stata data nell'atto di costruzione.

6.° Non vuolsi ommettere che sopra un tronco di circa due chilometri a partire da poco sopra la chiesetta Mosti si osservano negli argini, tanto sinistro che destro, degli stacchi di scarpa che talvolta intaccano anche buona parte della corona. Ma tali difetti non possono altrimenti essere derivati che in causa di trascorrimento delle terre pregne d'acqua che abbisognavano di maggiore scarpa per sostenersi. Se altrimenti fossero derivati per cedimento di suolo, causato

dalla pressione del rilevato, avrebbero dovuto produrre, come sempre avviene, dei sollevamenti di suolo al di là del piede del rilevato stesso, il che punto non successe.

E certamente toglie ogni sospetto di abbassamento degli argini per cedimento di suolo sul quale si alzano, il fatto che, come si dirà in appresso, il cavo del nuovo alveo ha potuto essere condotto alla maggiore profondità sin anche di metri 4,50 sotto il prestabilito piano di letto per cavarne la terra che mancava alla costruzione degli argini, il che certamente non avrebbesi potuto fare se il suolo non fosse realmente costituito di soda e tenace argilla.

7.° I nuovi argini presso Bondeno, dove dovevasi fare la immissione di Reno in Panaro, erano stati portati in corona a collimare con quelli di Panaro, i quali, come si disse, erano già stati rialzati in modo da prevalere di metri 1,14 sulla piena del 1801, che era forse considerata in allora come la massima delle avvenute in Panaro, mentre si sa che in Po la piena del 1801 era stata superata di dodici centimetri da quella del 1799, come ce lo ricorda anche il Lombardini.

Dal 1801 in poi le piene di Panaro a Bondeno montarono a sempre maggiore altezza. Quella del 1812 superò la precedente del 1801 di metri 0,79; quella del 1821 montò più alta di questa metri 0,40, che fu del pari superata da quella del 1833 di altri metri 0,29; in fine quella del 1852 superò anche quest'ultima di metri 0,25. Sicchè la piena di Panaro avvenuta nel 1852, regurgitata dallo stato di morbida di Po, superò quella del 1801 di metri 1,73.

8.° Certamente fa molto sinistra impressione questo progressivo e rilevante rialzo avvenuto nella massima piena di Panaro a Bondeno, e credesi perciò di dover avvertire come le osservazioni idrometriche ci provino che la piena del 1839, che fu veramente la massima di quelle sin qui avvenute in Po, non superò a Lagoscuro che di metri 0,89 quella del 1801 e di soli metri 0,77 la precedente del 1799, che, come si disse, era stata la superiore.

Se poco a monte della propria confluenza in Po il Panaro a Bondeno porta così alta la sua massima piena, metri 1,73 superiore a quella del 1801, è palese non potersi ciò attribuire che alle speciali condizioni proprie dell'alveo di Panaro.

Questo fiume ha aperto il deflusso alle proprie acque scendendo a ritroso per entro l'alveo abbandonato dal Po di Ferrara, in un alveo cioè del gran fiume di sezione grandemente sproporzionata alla propria portata.

Entro quest'alveo non poteva il Panaro stabilire il proprio corso che per replezione, per lo che naturalmente richiedevasi lungo e secolar lasso di tempo. E quindi se in quest'ultimo mezzo secolo il Panaro ha alzato circa un metro

il pelo delle proprie piene a Bondeno sopra quell'altezza che dovrebbesi pur sempre riguardare qual necessaria conseguenza del rialzo di piena avvenuto anche nel recipiente Po, ciò altro non prova se non che il Panaro non aveva ancora nel 1801 stabilito il proprio corso entro l'alveo abbandonato dal gran fiume. E che così sia ce lo conferma il confronto delle sezioni dell'alveo di Panaro dateci di corredo al profilo di livellazione Assalini colle odierne sezioni di questo fiume.

È succeduto un rialzo per interrimento di circa mezzo metro sul piano delle golene, che impoverendo naturalmente la sezione viva di scarico della piena, non poteva non indurre rialzo nel pelo della piena stessa; la quale spagliando men alta sulle golene e restando meglio incassata ed un po' più alta nell'alveo vivo, se non ha potuto giovare a sprofondare il letto, ha però impedito ogni interrimento in questo. Ed in fatto le ripetute sezioni e livellazioni del fiume ci provano che il letto di Panaro si è conservato quale ci veniva dato dalle sezioni e profilo Assalini.

Tutto ciò non toglie che il Panaro, essenzialmente nell'ultimo suo tronco, non si trovi effettivamente a ben poco felice condizione; il che deve impegnare a studiar modo di meglio favorire lo scarico delle sue piene, onde compatibilmente poter ribassare il pelo di queste.

9.° Del resto fermandoci sull'avvertito rialzo di metri 0,77 avvenuto in questo ultimo mezzo secolo nel pelo di massima piena di Po, rialzo che ha pure immediata influenza su quello di Panaro in Bondeno, ripeteremo che questo non si può nè si deve altrimenti riguardare che quale conseguenza della maggiore estensione posteriormente all'avvertita epoca data agli argini di contenimento delle piene stesse, protratti sin presso alle origini di ogni influente. Sicchè venendo in adesso il fiume a scaricare in assai più corto tempo quella stessa massa di acqua di piena, che per lo addietro, spagliando e soffermandosi sulle valli e sulle campagne, non defluiva che assai più lentamente, doveva inevitabilmente richiedere una maggiore altezza viva allo scarico. E che così sia in qualche modo ce lo comprova la progressiva sempre decrescente minor altezza che si osserva negli incrementi dell'una sull'altra piena.

Tolte già ovunque come ora sono le possibili espansioni delle piene sulle campagne, si può anche confidare essere ora stabilito il regime del gran fiume. Avvi sempre in natura dei limiti, e quello d'altezza di massima piena di Po si può confidare che sia ormai raggiunto, avvegnachè hanno compiutamente prodotto i loro effetti le cause ordinarie per le quali le piene lo raggiunsero. Con che però non intendesi presagire che l'imperversare di straordinarie condizioni

meteorologiche non abbia a recar piene così straboccheveli da superare anche il limite stesso. Ma simili eventi, di cui ci reca indubbie testimonianze la storia, non infirmano punto l'asserto nostro circa il limite degli incrementi di piena che han progredito per effetto di cause cessate.

Nè è qui fuor di luogo la osservazione che le piene di Po godono di una chiamata di sbocco che rimonta sino ad Ostiglia, e che è perciò molto sentita alla Stellata ed a Lagoscuro. E quando, come ora avviene, restino contenute nell'alveo le acque di piena del fiume senza che altre se ne possano ulteriormente raccogliere ad incremento, come avveniva per lo passato, restando perciò costante la portata del fiume e costante pure restando il livello estremo di foce in mare, costante del pari deve restare il limite d'altezza che può assumere il pelo della piena alla Stellata ed a Lagoscuro, regolata dalla grande chiamata di sbocco alla foce. Se succede anche un più repentino afflusso di piena nei tronchi superiori, potrà sibbene in essi succedere una qualche maggiore elevatezza di pelo, ma non al disotto dove il fiume gode in modo sentito la chiamata di sbocco. Così in fatto avvenne nel correre della piena del 1857, che mentre agli idrometri superiori alla Stellata è montata ad altezze sentitamente superiori a quella del 1839, a Lagoscuro appena appena collimò con questa, che perciò si tiene come assolutamente massima fra le fin qui avvenute.

10. Lasciando ora questa digressione, osserveremo che, fermo il partito che gli argini della nuova inalveazione debbano godere di un franco almeno di un metro di prevalenza sopra il pelo della massima piena, ne viene che dipendentemente dal calo avvenuto per costipamento delle terre negli argini attuali di Reno-nuovo, e dipendentemente dalla rilevante maggiore altezza che ora assume la massima piena di Panaro, di grande rilevanza or anche risulta il rialzo ed ingrosso di cui abbisognano gli argini già costruiti per la nuova inalveazione dalla Panfilia all'Imbarco di Bondeno.

Dopo il breve troneo, che strettamente comprender deve la deviazione del fiume dal vecchio al nuovo alveo, il tronco che vi sussegue dell'aperta nuova inalveazione è regolato con quella cadente di letto che costituir dovrebbe il piano della rapida tracciato dalle creste delle pescaie, progettate, come si disse, per correggere il salto di letto dal vecchio al nuovo alveo. A partire dal piede di questa rapida verso l'Imbarco, sopra una lunghezza di circa metri 1700, il letto della nuova inalveazione è disposto colla cadente di metri 0,234 per chilometro, alquanto minore della pendenza di metri 0,30, che sarebbe stata progettata. Tuttavia la traccia di tale cadente di letto bene incontrerebbe all' Imbarco l'altezza attuale di letto dell'alveo di Panaro, nel quale Reno deve confluire. Ma

sotto questa traccia il cavo del nuovo alveo, per tutta la lunghezza di circa sei chilometri a monte dell'Imbarco, venne irregolarmente e molto approfondato, fin anche metri 4,50, per ricavare la terra che mancava ed era necessaria alla costruzione degli argini. Sicchè in quest'ultimo tronco il letto del nuovo alveo presenta un'assai irregolare e profonda avvallazione, che risulta pur sentitamente acclive verso il letto di Panaro.

11. In effetto di questa grande profondità data al letto del nuovo fiume a monte della confluenza di Panaro, e in effetto eziandio della generosa ampiezza di sezione d'alveo che deriva dall'essere molto basse le sue golene, deve succedere anche, all'evenienza di contemporanee piené di Panaro e di Reno, che il pelo della piena in Reno–nuovo a monte della confluenza all'Imbarco deve spianarsi sotto poverissima cadente. E quand'anche col progressivo interrirsi della irregolare avvallazione del letto potesse accrescersi la cadente del pelo della piena; non pertanto quest'ultimo tronco di Reno–nuovo andrebbe pur sempre soggetto ai rigurgiti che possono derivare da un alto stato d'acqua del recipiente Po. Ed effetto del rigurgito è pur sempre quello di spianare il pelo della piena sotto una cadente minore di quella del letto. Conseguentemente in quest'ultimo tronco si può assegnare agli argini una cadente di corona minore di quella che si dà al letto. Ciò stante per limitare compatibilmente il rialzo da doversi eseguire negli attuali argini di Reno–nuovo, senza che possa mai mancare il franco di un metro prestabilito alla corona di essi sulla massima piena, si adotta di regolare la cadente di corona di detti argini nel rapporto di metri 0,20 per chilometro sopra un primo tronco di metri 5294, rimontando dalla confluenza all'insù, fermo di partire all'Imbarco colla avvertita prevalenza di un metro sulla massima piena di Panaro del 1852. Ad un successivo secondo tronco di metri 4232 si assegna la cadente di corona di metri 0,30 per chilom., eguale a quella del letto, perchè questo tronco è men soggetto alle conseguenze del rigurgito. Al terzo tronco, sempre rimontando, che comprende la deviazione del fiume dal vecchio al nuovo alveo, si assegna la cadente di corona di metri 0,90 per chilometro, unicamente per unire gli argini nuovi coi vecchi attuali di Reno, che si conservano per ora senza ribassarli.

12. Come si disse, per correggere il salto di letto dal vecchio al nuovo alveo di Reno progettavasi d'imbrigliare alla Panfilia l'incile della nuova inalveazione colla costruzione di tre successive pescaie, che si divisava di spaziare alla reciproca distanza di metri 1330, con salto di metri 1,25 dalla cresta dell'una a quella dell'altra; e si regolava il letto fra il piede dell'una e la cresta

dell'altra a piano declive di metri 0,30 per chilometro, sicchè il salto dalla cresta al piede di ciascuna pescaia sarebbesi ridotto a metri 0,85. La prima pescaia non sarebbe stata piantata nell'alveo vecchio di Reno, ma sibbene attraverso la nuova inalveazione poco sotto del suo incile, e la cresta sarebbe stata collocata alta per modo da permettere al vecchio alveo un approfondamento di letto di metri 1,33 sotto la condizione d'allora.

Al ponte di Cento, che resta circa otto chilometri e mezzo a monte della svolta di Panfilia, ove si devia il nuovo Reno, il letto del fiume si è ad un poco presso conservato quale è dato dalla livellazione Assalini. Ma alla Panfilia il letto attuale di Reno si trova rialzato di circa metri 0,70. Ond'è che mentre da Cento alla Panfilia correva in allora il fiume con cadente di letto di metri 0,306 per chilometro, ora resta disposto colla sola cadente di metri 0,235.

Nelle condizioni d'allora col permettere un approfondamento di letto di metri 1,33 alla Panfilia, qualora avesse potuto conservarsi inalterata l'altezza di letto al ponte di Cento, avrebbe assunto il fiume una cadente di letto di metri 0,527 per chilom., certamente soverchia. Sicchè si sarebbe senza dubbio protratto l'approfondamento d'alveo molto superiormente a Cento lungo l'asta del fiume.

Nelle attuali condizioni il fiume dispone il suo pelo magro colle cadenti di metri 0,45 per chilometro dal Risoratore di Borgognino a Malacappa;

» 0,37 » da Malacappa alla confluenza di Samoggia;

» 0,33 » dalla confluenza di Samoggia a Cento;

» 0,26 » da Cento alla Panfilia.

La cadente media ragguagliata di letto in questi differenti tronchi di fiume naturalmente suol di poco differire da questi limiti di pelo magro.

Importa sibbene di lasciar facoltà al fiume di approfondare il proprio alveo singolarmente nel tronco da Cento alla Panfilia, nel quale corre con letto molto pensile sul piano di campagna; ma nel tempo stesso conviene moderarlo per modo da non portare una troppo grande alterazione su tutta l'asta del fiume a monte della Panfilia, dovendosi invece procurarla per gradi.

13. Credesi pertanto di dover stabilire l'altezza di cresta della prima pescaia per modo che, supposto si conservi inalterato l'alveo del fiume al ponte di Cento, non assuma il letto da Cento alla Panfilia maggior cadente di circa metri 0,41 per chilometro, che è ancora alquanto superiore a quella colla quale discende il fiume dalla confluenza del torrente Samoggia a Cento.

Ora poichè il letto del fiume al ponte di Cento corrisponde all'altezza di metri 17,50 sull'orizzontale, e fra Cento e la Panfilia si misura la distanza di

chilometri 8,85, coll'avvertita cadente di metri 0,41, dovrebbe corrispondere il nuovo letto alla Panfilia all'altezza di metri 17,50 — 0,41 × 8,85 = 13,87.

Come abbiamo avvertito, il letto di Panaro all'Imbarco, punto di confluenza di Reno, si è conservato all'altezza dataci dalla livellazione Assalini, e rimontando con questa altezza di letto, che corrisponde a metri 7,20 sull'orizzontale della ripetuta livellazione, colla cadente di metri 0,30 per chilometro, che, come vedremo in appresso, è stata con giusto criterio stabilita misurandosi dallo Imbarco alla Panfilia la distanza di chilom. 12,51, si desume l'altezza che dovrebbe avere il letto del nuovo fiume alla Panfilia di metri 7,20 + 0,3 × 12,51 = 10,95.

La differenza di queste due altezze, metri 13,87 — 10,95 = 2,92, stabilisce il salto di letto da doversi vincere coll'imbrigliamento delle pescaie. Questo salto risulta alcun poco superiore a quello di metri 2,565, che era stato stabilito in progetto, e dipende non da altro che dall'avvertito interrimento di letto avvenuto alla Panfilia.

14. Guidati da queste considerazioni, definitivamente determiniamo di piantare la prima pescaia dirimpetto al capo-stabile Del-Dosso con altezza di metri 13,89 sulla orizzontale della livellazione, che verrà così a corrispondere a metri 7,97 sotto il capo-stabile stesso. E regoliamo la rapida fra le creste delle pescaie colla cadente di un metro per chilometro. Sicchè spaziando le tre pescaie alla reciproca distanza di metri 1400, il salto dalla cresta dell'una alla cresta dell'altra risulta di metri 1,40.

Era stabilito di regolare il piano di letto dal piede dell'una alla cresta dell'altra pescaia colla cadente assegnata al letto inferiore alle pescaie, cioè di metri 0,30 per chilometro; quindi è che per quanto potesse conservarsi con tale disposizione il letto del fiume fra le pescaie, il salto in queste dalla cresta al piede risulterebbe di metri 0,98 invece di metri 0,85, che era stato stabilito nell'originale progetto.

15. Dal piede della terza pescaia all'Imbarco il letto resta per tal modo disposto colla cadente prestabilita di metri 0,30 per chilometro.

Il letto susseguente di Panaro dallo Imbarco a circa un chilometro a monte della foce in Po corre per vero molto irregolare dipendentemente dal viziato andamento che presentano le sue risvolte, però sopra una sviluppata lunghezza di circa metri 5700 presenta una ragguagliata cadente di letto di metri 0,35 per chilometro. Negli ultimi mille metri discende al letto di Po con ripidissima cadente, che naturalmente varia secondo i diversi stati di piena del confluente e del recipiente.

Immettendo Reno in Panaro, si può ben confidare che unite in un sol alveo le piene dei due fiumi, possa alla foce in Po succedere un qualche approfondamento sotto l'altezza di letto che attualmente si riscontra in Panaro; ma non potrebbesi giammai temere nessun interrimento, nessuna perdita di profondità di letto. E poichè la cadente che resta tracciata dall'altezza a valle della terza pescaia e dalla altezza attuale di letto di Panaro in prossimità alla sua foce in Po risulta di metri 0,335, alcun poco superiore a quella di metri 0,30 che è stata adottata pel Reno-nuovo, ravvisiamo con giusto criterio stabilita la cadente stessa, comunque non poco superiore a quella colla quale attualmente discende il Reno da Cento alla Panfilia, e più ancora al disotto della Panfilia.

16. Sarebbe stato stabilito nell'originale piano di progetto di costruir di legname le pescaie con riempimento di materiale cementizio. La prima e terza sarebbero state conformate colla fittura di tre file di pali lunghi metri 7,60, spaziati in ogni verso alla reciproca distanza di metri 1,90, longitudinalmente legati nella prima pescaia con otto ordini di filagne, e nella terza con soli quattro ordini. Trasversalmente poi, alternando un palo sì e un palo no, sarebbero anche stati legati con altrettanti ordini di filagne quanti se ne applicano longitudinalmente.

Tale disposizione di palifitti e di filagne longitudinali e traversali avrebbe costituito una successione di casse vuote che si divisava di riempiere con prismi di rottami di mattoni e ghiaia consolidati fuor di opera con buon cemento di calce-sabbia.

Sarebbe stato divisato di costruire allo stesso modo anche la seconda pescaia, ma costituita da due sole file di pali legati con cinque ordini di filagne longitudinali ed alternatamente trasversali allo stesso modo applicate. Sicchè avrebbe anche questa costituito una successione di casse, ma in numero della sola metà.

17. Tale riempimento delle avvertite casse sarebbe stato portato a metri 2,95 sotto la cresta della prima pescaia, a metri 2,09 sotto la cresta della seconda pescaia, ed a soli metri 1,71 sotto quella della terza pescaia. A quest'ultima avrebbesi aggiunto a valle il presidio di una scogliera fatta del pari con prismi cementizi in una larghezza di metri 4,60 e colla profondità di metri 1,50.

Ciascuna pescaia avrebbe dovuto assumere una lunghezza attraverso al nuovo alveo di metri 61 internandosi conseguentemente solo metri 4 entro le sponde, oltre la larghezza di metri 53 assegnata al letto del fiume. Del resto

avrebbesi divisato di supplire al necessario presidio delle sponde e golenette oltre la lunghezza della pescaia con strati di fascine a più ordini soprapposte e chiodate con pali, e colla interposizione di traversali cordonate di vimena. In poche parole il presidio avrebbe dovuto consistere in un'opera di fascinata.

18. Simile costruzione delle pescaie la si ravviserebbe assolutamente insufficiente per non temere che esse possano soggiacere a distruzione in evenienza di una prima piena del fiume.

Se per esser piccolo il salto d'acqua dalla cresta di ciascuna pescaia si può confidare che, anche in evenienza d'una grossa piena, questa, arrivata al colmo, spianandosi per modo da dare appena indizio del salto, possa fluire innocuamente, è non pertanto certo che nel tempo in cui essa va crescendo si genera al piede della pescaia un vortice ad asse orizzontale che sottoscavando il fondo ne scalza il piede. Onde è che in effetto di tal vortice succederebbe ben tosto lo spostamento dei prismi cementizi che riempiono le casse delle pescaie, e, vuotate queste, la distruzione di tutto il sistema vi terrebbe dietro. E potrebbesi pur temere che, anche senza la sottoscavazione portata dal vortice delle piene, il fiume si apra un corso da monte a valle per di sotto i riempimenti delle casse poco approfondate e fra gli inevitabili vuoti che lasciano i prismi.

D'altra parte progettandosi di limitare la lunghezza di briglia della pescaia quasi alla sola larghezza data al letto del nuovo alveo con una povera difesa di fascinata nelle sponde, si temerebbe che in evenienza di grossa piena possa il fiume aprirsi corso fra le teste della briglia e le sponde di fascinata attraverso le golenette, compromettendo la sicurezza e stabilità degli argini. E crederebbesi quindi necessario che l'imbrigliamento della pescaia attraversi anche il piano delle golenette almeno fino al piede della scarpa degli argini.

19. Il partito di costruire di legno queste pescaie lo si accenna consigliato dalle viste di poterne agevolmente ribassare la cresta quando fosse data opportunità di accordare al fiume qualche ulteriore e progressivo approfondamento di letto nel vecchio alveo a monte della Panfilia. Ravviserebbesi per vero non vicina la possibilità di accordare al fiume un maggiore approfondamento di letto oltre quello che può permettere la prestabilita situazione della prima pescaia. Il naturale approfondamento di letto non succede che correndo le piene del fiume, e se queste sono pur frequenti in Reno, sono poi di cortissima durata. Quindi è che, prima che possa succedere a monte della Panfilia, sopra una grande estensione del fiume, un qualche sentito approfondamento di letto consentaneo alla prestabilita situazione delle serre, occorrerà non breve lasso di tempo.

Quindi è che una costruzione di legno potrebbe fors'anche non presentare tutta quella lunga necessaria durata di tempo prima che possa avvenire il bisogno di abbassarne la cresta per accordare qualche ulteriore approfondamento al letto del vecchio alveo del fiume. E pertanto credesi di assoluta convenienza doversi provvedere con più stabile opera murale alla costruzione di queste pescaie.

La costruzione in muro è anche consigliata dalla considerazione che il Reno d'ordinario corre assai povero d'acqua e per qualche mese dell'anno resta anche affatto asciutto in effetto della erogazione di acqua che se ne fa a Casalecchio pegli usi degli opifici e del naviglio di Bologna.

Conseguentemente, quando pure potesse occorrere di ribassare la cresta della prima pescaia o di toglierne anche affatto il salto, il disfacimento del muro non potrebbe certamente presentare nessuna difficoltà di esecuzione. Anzi ben maggiori difficoltà si incontrerebbero a ribassare la cresta di una pescaia costrutta di legname e riempita di materiali cementizi, nello schiodare cioè le filagne, nel troncare le teste dei pali e nel ben riordinare la nuova cresta, senza che ne soffra danno tutto l'assieme del sistema di costruzione.

20. La velocità che l'acqua acquista colla caduta dalla cresta di una pescaia resta estinta dall'urto e dai movimenti vorticosi e ribollimenti che si generano sotto la cateratta e dalle altre naturali resistenze. L'acqua nel cascare dalla pescaia nell'alveo soggiacente si avvalla per un breve tratto, poi monta con successione di onde sempre minori, dopo le quali il pelo si dispone e mantiene parallelo al letto. La velocità dell'acqua cadente si accelera fino al fondo dell'avvallamento, ritardasi dappoi nel rialzarsi, e ben presto il movimento si fa equabile a poca distanza dalla pescaia. Tutto ciò è confermato dai pratici della scuola italiana ed avvalorato dalle molte ed accurate osservazioni del Dubuat, che sopra questi fenomeni ha fatto diligentissimi studi.

È dopo ciò evidente che in tutte e tre le pescaie sono affatto identici gli effetti che può produrre la caduta d'acqua dalla cresta di esse, e così essendo non sarebbe punto giustificato il partito, che era stato adottato nell'originale progetto, di costruire men robusta la seconda pescaia e di portare a maggiore profondità il riempimento delle casse della prima pescaia, ad una media quella della seconda e ad una minima quella della terza pescaia.

Concludesi conseguentemente che tutte e tre le pescaie devono essere di eguali dimensioni e solidità, per ottenere la quale è d'uopo, come si disse, costruirle ad opera murale.

21. Abbiamo già avvertito che la caduta d'acqua dalla cresta di una pescaia produce sempre al piede della pescaia stessa un vortice ad asse orizzontale che tende a sottoscavarne la fondazione. La forza e la profondità d'azione di questo vortice cresce quanto è maggiore la caduta dell'acqua, e quanto è maggiore la portata di deflusso di questa. Ma non è dato di poterne conoscere la misura, non è dato di poter determinare la profondità alla quale devesi piantare la fondazione della pescaia affinchè l'azione del vortice non possa sottoscavarla. Però si può allontanare l'azione di questo dal piede della pescaia, e renderlo innocuo con opportuno battolo al piede ed a valle della pescaia stessa, o ben anche con una generosa scogliera di grosso sasso affondato.

22. Guidati pertanto da questi principi progettiamo di piantare la fondazione del muro di briglia di ciascuna pescaia a metri 2,75 sotto la prestabilita altezza di corona o di cresta, con larghezza di metri 1,75 e pari altezza, e sopra questa fondazione di alzare poi il muro strettamente di briglia o di salto con altezza e spessore di un metro. A valle di questo muro di briglia si vuole costruire un secondo muro di battolo che resti colla sua corona depresso un metro sotto la cresta della pescaia, piantato metri 4 profondo sotto questa, sì che risulti alto metri 3 collo spessore di metri 2,50, e fra questo e la fondazione murale propria della briglia, nella risultante larghezza di metri 2, vuolsi unire i due muri completandone la muraziope per un'altezza di metri 1,25. Sicchè il battolo assume una larghezza di metri 5 a valle ed al piede del muro di briglia della pescaia.

A questi muri di briglia e di battolo costituenti la pescaia si assegna una lunghezza di metri 70 attraverso l'alveo del nuovo fiume, onde bene internarli per entro le sponde del cavo, e si prolunga poi il muro di briglia senza addizione di battolo in modo che assecondi i piani delle scarpe di sponda e delle golenette dell'alveo collo spessore di un metro e colle fondazioni disposte a piani scaglionati.

23. Queste pescaie vanno piantate nel dominio di un abbandonato corso di Reno, costituito perciò da profondo riporto di aggestione e minuta sabbia del fiume. Sicchè sotto il riguardo di stabilità di fondazione non potrebbonsi temere cedimenti.

La maggiore difficoltà che potrebbe presentare la fondazione di questi muri di briglia e di battolo la si potrebbe forse temere nelle aggottature. Ma si confida di poterla facilmente vincere avuto riguardo all'alta giacitura di suolo ove vanno piantate, la cui sede di fondazione del muro di battolo della terza più bassa pescaia collima all'incirca col pelo ordinario dello scolo S. Giovanni,

nel quale possono esser condotte e raccolte tutte le acque di aggottatura. In atto pratico poi si conoscerà se per meglio garantire le fondazioni di queste pescaie possa o meno giovare di portare a qualche maggiore profondità il muro di briglia e più essenzialmente quello di battolo.

24. Abbiamo preferito la costruzione di un battolo ad opera murale alla formazione di una scogliera a valle delle pescaie stante l'attuale difficoltà di ottenere questo materiale, che impegnerebbe ad un'ingente spesa. Ma compiuta che sia la strada ferrata fino alle cave di pietra, che sono abbondantissime negli Appennini fra Porretta e Pracchia, e più in sù, si potranno ottenere i massi di pietra per la sassaia, come credesi, ad abbastanza modico prezzo. E quindi all'atto pratico si bilancerà meglio la convenienza fra il battolo e la scogliera. (*)

25. Importando moltissimo di poter accordare facoltà al fiume di profondare il proprio alveo a monte della Panfilia, e quindi di aver facile modo di ribassare la cresta della prima pescaia, si studiava se potesse convenire di coronare il muro di briglia di questa con doppio ordine di conci in pietra da taglio di coperta di circa mezzo metro d'altezza, onde ottenere agevolmente l'abbassamento della cresta solo col toglier l'ordine superiore di detti conci di coperta. Ma, fatto riflesso come al di sotto della derivazione di Casalecchio il fiume resta sempre poverissimo d'acqua, e per qualche mese fra l'anno anche affatto asciutto, certamente nessuna difficoltà può sorgere per togliere d'opera un unico ordine di conci di coperta, per demolire la occorrente altezza del sottoposto muro di briglia, e riporre di poi i conci stessi a ripristino della corona della pescaia; si credette quindi men necessario l'avvertito provvedimento.

26. Il Panaro da Bondeno alla Stellata attualmente corre tortuoso entro l'alveo abbandonato dall'antico Po di Ferrara, e conserva, anche in istato di piena, incassate le proprie acque quasi ovunque sotto il piano delle sue golene, meno nell'ultimo breve tronco di sua sfociatura in Po. Solo in istato di grossa piena, ed essenzialmente quando resta regurgitato da un alto pelo di Po, spaglia sulle proprie golene la piena non contenuta che da lontani argini di margine alle golene stesse. Ond'è che non avrebbesi potuto considerare di immettere Reno in Panaro senza devenire ad una previa regolazione dell'alveo di questo fiume.

Avvisava l'originale progetto di sistemazione di Panaro di tagliare quattro viziatissime svolte; due, l'una all'altra susseguente poco a monte della confluenza in Po, ed altre due del pari successive alquanto più a monte.

(*) La ferrovia è ora già attivata.

Per provvedere ai soli riguardi di buon governo del fiume questi tagli sono stati anche eseguiti; i due primi in vicinanza alla foce fino dall'anno 1835, e recentemente nel 1861 gli altri due superiori, ma non in modo da soddisfare allo scarico delle piene anche di Reno. Sono stati aperti con larghezza d'alveo anzichenò ristretta anche pel solo Panaro. E la terra di scavo è stata depositata in margine alle sponde del taglio a rialzo delle golene. Con ciò rimase, se non impoverita, certamente non a sufficienza ampliata la sezione di scarico della piena, non senza qualche piccola perdita dell'area di espansione sulle golene, lo che effettivamente ora apporta qualche regurgito, qualche piccolo rialzo di pelo a monte dei tagli, malgrado l'ottenuto beneficio di accorciamento di linea.

27. Del resto la sistemazione dell'alveo di Panaro considerata dall'originale progetto avrebbe dovuto consistere nell'allargare l'alveo dove è di più stretta sezione, subito sotto l'Imbarco, per circa metri 2600 di complessiva lunghezza. E tale allargamento avrebbe dovuto consistere nel ritagliare la sponda destra o la sinistra o tutte e due sino al livello dell'acqua ordinaria, che corrisponde a circa metri 2 sul letto, per modo da ottenere così a fior d'acqua una larghezza d'alveo di metri 53, qual è quella stata data non a fior d'acqua magra, ma sibbene al letto di Reno-nuovo a monte della confluenza. E i ritagli stessi avrebbero dovuto essere regolati con pendenza di sponda ad angolo semiretto, mentre alle sponde del nuovo alveo di Reno è stata data la pendenza del due per uno. E quanto agli avvertiti tagli di raddrizzamento delle svolte progettavasi di aprirli colla limitata larghezza di letto di metri 45,60 e scarpe pendenti dell'uno per uno. Ond'è che secondo tale progetto l'allargamento di Panaro avrebbe assunto una sezione d'alveo notabilmente minore di quella data al solo Reno-nuovo.

28. Se devesi considerare come lontanissimo e forse impossibile il caso di una piena veramente altissima di Po, contemporanea con altissime piene di Reno e di Panaro, non altrettanto si può ripetere rispetto alla contemporaneità di altissima piena in questi due fiumi, che avendo nell'Appennino le proprie origini pressochè a parità di condizioni, la piena dell'uno men difficilmente può andar disgiunta dalla contemporanea piena dell'altro.

È quindi indeclinabile necessità di regolare la sezione dell'alveo di Panaro con tale ampiezza che possa soddisfare allo scarico della piena dei due fiumi uniti, senza che questa assuma maggiore altezza di pelo sopra quella che attualmente raggiunge il solo Panaro. Avvegnachè le piene di questo fiume montano già così alte in Bondeno da abbisognare di essere ribassate e da rendere intollerabile un ulteriore rialzo.

È vero che generalmente quant'è maggiore la copia d'acqua, quanto più grosso corre un fiume, esso assume anche maggior velocità di deflusso, in quanto che d'ordinario dispone il proprio pelo con qualche maggior cadente, e sopra tutto assume maggior altezza viva sul letto. Ma nel caso particolare dobbiamo indeclinabilmente considerare la sfavorevole circostanza, se non di massima piena, sibbene di alto stato d'acqua in Po, contemporaneo all'alta e massima piena dei due fiumi uniti Panaro e Reno. Dobbiamo considerare una piena rigurgitata, che non potrebbe perciò assumere maggior cadente di pelo senza che la piena stessa monti più alta in Bondeno, lo che deve essere assolutamente evitato.

Se la piena soffre rigurgito e non può assumere maggior cadente di pelo di quella nella quale naturalmente si dispone la sola piena di Panaro, nè anche la maggior copia d'acqua può gran fatto giovare ad accrescere la velocità di scarico, nè può conseguentemente produrre apprezzabile profondamento di letto che valga ad accrescere l'altezza viva della sezione di scarico della piena senza alzare il pelo della piena stessa.

Appoggiati a queste considerazioni, e fermo che l'altezza di pelo della piena nell'alveo comune non debba giammai superare l'altezza delle attuali piene di Panaro, si ritiene che l'altezza viva di scarico della piena nell'alveo comune non potrebbe giammai superare quella che nelle attuali condizioni assume Panaro là dove corre entro più angusta e stretta sezione, fra le sponde cioè del taglio dove è tolta la espansione d'acqua sulle golene.

E considerata quindi questa altezza viva di sezione di Panaro, come quella che deve competere del pari all'altezza viva della sezione d'alveo comune ai due fiumi Reno e Panaro, ritenute cioè costanti in tutti e due l'altezza viva e la cadente di pelo, conviene indeclinabilmente che la larghezza media dell'alveo di Panaro stia a quella dell'alveo comune nella stessa proporzione che ha la portata di piena di Panaro solo con quella di Panaro e Reno uniti. Sicchè dette q, Q le portate dei due fiumi, l, L le larghezze medie della più stretta sezione dell'alveo di Panaro e di quella che deve competere all'alveo comune, dovrà reggere la proporzione $l : L :: q : Q+q$ e quindi $L = l\left(\frac{Q+q}{q}\right) = l\left(1+\frac{Q}{q}\right)$.

29. Il rapporto di portata di piena dei due fiumi credesi di poterlo dedurre con riguardo ai corrispondenti bacini tributari, per ciò che amendue i fiumi avendo origini negli Appennini modenese e bolognese a non grandi distanze, possono supporsi soggetti alla caduta di egual misura di pioggia in tutto il

corso dell'anno, ancorchè le plaghe ed esposizioni diverse di codeste origini sieno cagione di diversità nella copia d'acqua caduta in un dato periodo di giorni da quella in un periodo alquanto diverso.

Ora la superficie dei bacini che tributano le proprie acque in Panaro ci è data dal Lombardini di chilometri quadrati 1058 in monte e 1234 in piano.

E pel Reno la desumiamo dalle effemeridi di questo fiume, pubblicate dal prof. Brighenti, di chilometri quadrati 1387 in monte e di 240 in piano.

E adottando anche pel Reno i coefficienti stessi che il Lombardini applica al Panaro per dedurre di metri cubi 37 per 1" la media portata annua d'acqua di questo fiume, troviamo quella di Reno metri cubi 40. E avuto riguardo, come ripetesi, alla parità di condizione, di origine e di natura dei due fiumi, vuolsi ammettere che anche le portate di piena avvengano nel rapporto stesso che passa fra le portate di medio annuo deflusso.

Ora, dove Panaro attualmente corre in più angusta sezione di piena, misura una larghezza media non minore di metri 41,50 circa; quindi per l'alveo comune che deve servire allo scarico delle due piene unite il limite di minor larghezza da potervi dare sarà $L = 41{,}50 \times \frac{77}{37} =$ metri 86,30.

E poichè il pelo della piena prevale di circa metri 5,50 sul pelo ordinario del fiume, e si divisa di regolare la pendenza delle scarpe di sponda dell'allargamento d'alveo nel rapporto di due per uno, la minor compatibile larghezza da potersi dare all'alveo del fiume a fior d'acqua ordinaria sarà: $86{,}30 - 2 \times 5{,}50 =$ metri 75 prossimamente. Vedesi pertanto quanto grande è l'insufficienza dell'allargamento d'alveo quale era stato considerato dall'originale progetto in metri 53.

30. Il rapporto di portata di piena che abbiamo desunto con riguardo ai bacini tributari dei due fiumi è certamente inferiore al vero. Generalmente si considera che il rapporto fra la portata di Reno e quella di Panaro stia come 3 a 2. E questo rapporto ci verrebbe anche confirmato da una diretta ricerca che abbiamo fatto sulla misura della portata di Panaro, conoscendo già quella di Reno. Non pertanto abbiamo adottato il rapporto commisurato sui bacini, guidati dalla seguente considerazione.

Ammessa sempre la possibilità di un contemporaneo colmo di massima piena in Reno ed in Panaro, devesi non pertanto considerare tale evento come assai poco frequente. E quando questa combinazione non si verifichi, la sezione data all'alveo colla larghezza richiesta da tal condizione risulterebbe sproporzionata alla vera più frequente e reale portata di piena dei due fiumi uniti. E tale sbilanciata sezione porterebbe la naturale conseguenza di interrimento del cavo

d'alveo fatto, che giova perciò di evitare col tenere incassata la piena in un alveo un po' ristretto. D'altronde quand'anche avvenga il raro caso di assoluta contemporaneità di colmo nelle piene dei due fiumi, se al deflusso di queste richiedesi qualche maggiore altezza viva, sappiamo che il fiume se la procura molto più col profondare il proprio letto che non col rialzarne il pelo quando, come è nel caso nostro, la ristrettezza dell'alveo resti entro moderati limiti.

31. Altro grave inconveniente che presenta l'originale progetto si è quello che risguarda la confluenza dell'uno nell'altro fiume.

Il Panaro, poco a valle del ponte di Bondeno, ripiega con acutissima risvolta, le cui tangenti sottendono un angolo solo poco superiore ai 60 gradi, ed al regurgito che questa induce è pure in qualche modo da attribuire la rilevante altezza che assumono le piene in Bondeno.

Ora al vertice di questa viziatissima risvolta è condotto il rettifilo col quale si immette Reno-nuovo in Panaro, e sebbene imbocchi il vecchio alveo di Panaro, in modo che la parte susseguente di risvolta ne costituisce la continuazione, succede tuttavolta che la confluenza di Panaro nell'alveo che diventa comune ai due fiumi si fa quasi a ritroso del confluente Reno.

Tale circostanza non potrebbe che pregiudicare la condizione di Panaro con più alto rigurgito delle proprie piene in Bondeno, causando eziandio rigurgito anche in Reno-nuovo a monte dell' Imbarco. È quindi indispensabile togliere questa risentita svolta di Panaro e meglio provvedere alla confluenza dei due fiumi nell'alveo comune.

32. Abbiamo dimostrato che per render capace l'alveo di Panaro della portata dei due fiumi uniti, pur senza proporci di migliorare la non felice condizione d'altezza delle sue piene, solo tenendosi nei limiti necessari per non recarvi maggior pregiudizio, conviene eseguire un allargamento d'alveo di gran lunga superiore a quanto sarebbe stato proposto nell'originale progetto.

Ora ci fermeremo alquanto sulle conseguenze di spesa che ne derivano e sulle difficoltà di esecuzione dell'opera.

Fu già avvertito che Panaro corre tortuoso per entro l'antico alveo abbandonato dal Po di Ferrara. I tagli stati fatti a raddrizzamento delle più risentite svolte hanno certamente accorciato lo sviluppo di questo tronco di fiume, ma non pertanto esso presenta ancora una lunga linea in confronto della retta che va dall'Imbarco, confluenza di Reno, alla Stellata, foce di Panaro in Po. E fu del pari avvertito che il piano delle golene di Panaro è molto alto, toltone un breve tratto presso la foce, per modo che il pelo delle alte sue piene sempre poco prevale sul piano delle golene stesse.

Tutto ciò porta che veramente di grandissima rilevanza risulta il totale solido di movimento di terra da dover escavare ed asportare per ottenere quella larga ampliazione d'alveo che si è dimostrata indispensabile onde soddisfare all'innocuo scarico della portata di piena dei due fiumi uniti.

La terra risultante dai lunghi ed alti ritagli non potrebbesi depositarla sulle golene in margine ai ritagli stessi, per ciò che, come si disse, se si provvede all'ampliazione dell'alveo sotto il piano delle golene non si può impoverire l'arca di sezione viva della piena diminuendo quella di espansione d'acqua sulle golene. È d'uopo che in margine alle sponde ritagliate resti rispettata una sufficiente larghezza di zona di golena sulla quale possano liberamente spagliare le più alte piene. E per tutto ciò, mentre avvi difficoltà di trovar modo di disporre tanto enorme massa di terra quanta se ne trae coi grandiosi ritagli, questa difficoltà non poco si accresce quando pur debbasi aver riguardo ai lunghi trasporti che richiede il disporla nei depositi.

Per correggere alla men peggio il viziato andamento dell'alveo devesi pur sempre avvisare di eseguire i ritagli di allargamento bene spesso or tutto a destra, or tutto a sinistra, e ciò pur molto contribuisce ad accrescere la difficoltà di distribuzione delle terre risultanti, non solo per riguardo ai più lunghi trasporti e ponti di servizio, ma ben ancora in considerazione dei frequenti rimaneggi della terra in un primo deposito e successiva ripresa ed asporto.

La pratica esecuzione di tale grande ampliamento d'alveo, quantunque debbasi farla prima di condurvi le acque di Reno, diventa tuttavolta un lavoro ben poco agevole, anzi difficile, dovendosi pur sempre conservar libero il deflusso delle piene di Panaro, senza poter sottrarsi nemmeno dalle conseguenze del regurgito di quelle di Po. E tale circostanza, oltrechè impegna a frequenti e doppi maneggi di terra di primo deposito e di ripresa e definitivo collocamento, lascia anche esposti alle conseguenze di danno che in evenienza di piena di Panaro e di rigurgito di quelle di Po può soffrire la parte d'opera stata eseguita, senza tener conto dei discapiti che vanno inseparabili dalle sospensioni di lavoro.

Le golene di Panaro sono tutte di privata proprietà, presidiate con argini longitudinali e trasversali che difendono le proprietà stesse contro le allagazioni delle ordinarie piene. Sono coltivate con molte piante, parte tenute a bosco e parte maritate a viti. È quindi mestieri devenire alla espropriazione ed acquisto non solo della zona che strettamente va occupata coll'allargamento dell'alveo, ma ben ancora di quella che molto importa resti conservata al dominio di espansione e di deflusso delle piene, sgombrandola dagli argini secondari longitudinali e trasversali di privata proprietà, e dall'imboscamento delle piante che è

d'uopo togliere per favorire lo scarico delle piene e compatibilmente ribassarne il pelo. Ed è pur d'uopo, se non di espropriazione, almeno di accordare conveniente compenso per tutta quella larga zona sulla quale ricorre doversi depositare, fuori del dominio delle piene del fiume, la enorme massa di terra risultante dai ritagli di ampliazione dell'alveo.

In fine gli attuali argini di Panaro da Bondeno alla Stellata abbisognerebbero pur sempre di rialzo e riordinamento, pel quale non potrebbesi profittare della terra risultante dallo scavo di ampliazione dell'alveo, stante le rilevantissime distanze di trasporto fra lo sterro ed il rilevato.

Per tutte siffatte circostanze l'allargamento dell'attuale alveo di Panaro, necessario onde renderlo capace della portata delle piene unite dei due fiumi, oltrechè presenta non poche difficoltà di esecuzione, conduce ad una rilevantissima spesa grandemente superiore a quanto sarebbe stato precalcolato nell'originale progetto.

33. Ciò doveva condurre a studiare se avvi modo di altrimenti provvedere alle esigenze con qualche maggiore economia, o quanto meno, se con pari spesa è dato di ottenere maggiore facilità di esecuzione dell'opera e sopratutto un più felice e pronto scarico delle piene che valga a ribassare il pelo di queste, sì in Panaro a Bondeno, che in Reno a monte dell'Imbarco.

Il primitivo originale piano di immissione di Reno in Po, decretato da Napoleone il Grande, considerava di condurre Reno solitario, facendolo partire poco a monte di Mirabello direttamente in Po a Palantone. Ma, perchè questa linea avrebbe attraversato piani di troppo bassa giacitura, con vicereale approvazione tale piano è stato modificato colla linea già or predisposta al Reno-nuovo, che, come si disse, dalla svolta Panfilia lo porta a confluire in Panaro all'Imbarco.

Con tale linea, oltre di evitare la bassa campagna, intendevasi ben più di soddisfare ad altro essenziale scopo, a quello cioè che i due fiumi, come veniva detto, possano reciprocamente l'un l'altro sussidiarsi e più agevolmente condurre le proprie acque a sboccare in Po.

Certamente torna sempre utile l'aumento di copia d'acqua a meglio conservare la profondità di letto ed a procurare più favorito scarico di piena. Ma esigesi pur sempre che all'aumentata copia d'acqua resti proporzionata anche la larghezza dell'alveo che vuolsi rendere comune ai due fiumi e deve scaricare le due piene unite; altrimenti la piena dell'uno induce rigurgito sulla piena dell'altro con effettivo rialzo di pelo nell'alveo comune e in tutti e due gli alvei a monte della confluenza.

34. Abbiamo già dimostrato come la sistemazione di Panaro quale veniva proposta nel progetto originale sarebbe pure riuscita insufficiente cagionando un più alto stato di piene. E certamente sotto tali condizioni meglio avrebbe soddisfatto alle esigenze di Reno la diretta sua immissione in Po a Palantone. Ma non è più del caso il tornare ora a questo partito, che sarebbe stato poi anche meno opportuno, perchè avrebbe pur lasciato Panaro nelle sue attuali condizioni veramente poco felici; mentre, come si disse, richiede esso pure qualche provvedimento che valga a favorire lo scarico delle sue piene ed a ribassare compatibilmente il pelo di queste.

Colla maggiore ampiezza d'alveo nei limiti da noi assunti di dimostrata assoluta indispensabilità si otterrebbe sibbene di non peggiorare, ma punto o ben poco si provvederebbe a migliorare la condizione di Panaro a monte della sua confluenza nell'alveo comune.

35. Per meglio favorire il deflusso onde ribassare il pelo delle piene di Panaro a Bondeno e di quelle di Reno a monte dell'Imbarco converrebbe poter dare al vecchio alveo che vuolsi render comune quell'ampiezza di sezione che lo stato alto delle golene non consentirebbe di ottenere senza impegnarsi in un dispendio di movimenti di terra veramente enorme e non comportabile. E converrebbe ben ancora poter accorciare la linea del fiume onde procurarvi maggior cadente, lo che non è punto dato di ottenere conservando il fiume nell'attuale lungo e tortuoso suo alveo.

Tutto ciò prova certamente la convenienza di abbandonare l'attuale corso di Panaro per aprire un nuovo più diretto e più corto alveo comune ai due fiumi, che valga a procurarvi più facile e pronto scarico delle piene.

Nelle attuali condizioni l'opera riesce facile col conservare tutta la già fatta inalveazione dalla Panfilia all'Imbarco, e col prolungare questa nuova linea di fiume dall'Imbarco direttamente al Po immettendone la confluenza alquanto a valle della foce attuale di Panaro. E con grandissimo vantaggio questa nuova inalveazione può ricevere anche il Panaro e condurre in Po i due fiumi uniti sotto assai migliori condizioni per tutti e due.

36. Guidati da queste considerazioni adottiamo il partito di profittare del vecchio alveo di Panaro dall'Imbarco fino a poco a valle dell'Ospitale di Bondeno, per poi di qui sulla destra del fiume aprire un nuovo alveo comune a Reno ed a Panaro. E con breve tronco di nuova inalveazione pel solo Panaro a partire tosto a valle del ponte di Bondeno, si progetta di provvedere ad una miglior confluenza di questo fiume nel nuovo alveo che così si apre comune ad ambidue.

La nuova inalveazione che progettiamo non impegna che alla costruzione di un nuovo argine destro, servendo di sinistro l'attuale argine destro di Panaro; ed accorda un accorciamento di linea di metri 970 sopra metri 4530 che misura lo sviluppo attuale dell'ultimo tronco di Panaro che si abbandona.

Aprendo sotto il piano di campagna l'alveo delle magre del fiume si ricava la terra occorrente alla costruzione dell'argine destro, e si procura ad un tempo un'amplissima sezione d'alveo per lo scarico delle piene, stantechè le nuove golene restano pur sempre molto basse in confronto delle attuali golene di Panaro. E quindi pel non breve lasso di tempo che durerà tale depressione di golene, quand'anche avvenga che la piena dei due fiumi uniti resti rigurgitata da un alto stato d'acqua del recipiente Po, non pertanto la grande ampiezza di sezione d'alveo accorderà mai sempre un ben sentito ribasso di pelo della piena di Panaro a Bondeno. Che se si dovesse ragionevolmente temere un progressivo rialzo di interrimento sulle golene, resterà pur sempre allo scarico delle piene il beneficio che si consegue coll'accorciamento di linea (*Vedi Nota* C).

37. Dopo ciò, dimostrata l'assoluta convenienza sotto ogni riguardo tecnico del partito che si adotta, ora diremo che questa nuova inalveazione dei due fiumi uniti è anche eminentemente consigliata dalle viste di maggiore economia; avvegnachè istituito un parallelo di spesa fra quanto importerebbe la sistemazione di Panaro nel proprio andamento coll'ampliazione del suo alveo limitata a quanto è strettamente richiesto per renderlo capace della portata dei due fiumi uniti, e quanto importa invece la spesa della progettata nuova inalveazione di Reno e Panaro uniti, si ottiene a pro' della nuova inalveazione un risparmio di spesa di L. 109,311.

38. La nuova inalveazione di Reno interrompe la continuità di tre importanti strade; due provinciali e la terza nazionale. La prima da Ferrara a Cento, sistemata con ciottolato, attraversa Reno-nuovo presso l'abitato di S. Agostino; la seconda da Ferrara a Casumaro, sistemata e mantenuta in sabbia, lo attraversa presso la chiesetta Mosti; e la terza nazionale varca la nuova inalveazione al sito di sbocco di Reno in Panaro presso l'Imbarco di Bondeno, è sistemata e mantenuta con ciottolato, e serve alle comunicazioni fra Ferrara, Bondeno, Ostiglia e Mantova.

Quando, mezzo secolo addietro, si progettava la immissione di Reno in Po, le dette strade non avevano forse maggiore importanza oltre a quella di servire alle esigenze delle comunicazioni agricole. L'imperioso bisogno di meglio provvedere con pronte e facili comunicazioni agli interessi del commercio e

dell'industria si sviluppò da poi. Ed effettivamente queste strade, e particolarmente quella per a Bondeno e Mantova, hanno assunto grande importanza che non si può nè si deve disconoscere.

Per verità fin d'allora era stato proposto di provvedere alla continuità di questa ultima strada con un ponte da accollarsi alla botte sotto Reno, ma tale proposizione non fu accolta, e l'originale progetto avvisa a provvedere alla continuità di tutte queste strade con passi volanti sopra barche.

Tale mezzo di comunicazione non è più compatibile coll' attuale progresso della industria e del commercio sviluppatosi nelle città poste in comunicazione da dette strade. Ond'è che, se coll'apertura del nuovo fiume si interrompono tali indispensabili comunicazioni, è d'uopo ripristinarle colla costruzione di opportuni ponti senza recare alcun onere agli utenti.

39. E perciò si progetta di costruire tutti questi ponti ad opera murale. Il primo a S. Agostino sulla strada per a Cento cade in prossimità al sito ove va collocata la seconda pescaia, e quindi progettasi di costruirlo per modo da costituire un sol manufatto colla pescaia stessa, facendo che i muri di briglia e di battolo di questa servano in gran parte di fondazione ai muri di pila e di spalla del nuovo ponte, che si progetta di cinque arcate di metri 15 di corda e metri 3 di freccia. Gli altri due, l'uno sulla strada di Casumaro presso la chiesetta Mosti e l'altro sulla strada di Bondeno presso l'Imbarco, si progettano di sette arcate della stessa corda e freccia, impostate tutte mezzo metro sopra il precalcolato pelo di piena del fiume.

40. Venendo ora a dire della botte sotto Panaro, questa, come abbiamo osservato, è già costruita e molto ben conservata, nè per renderla operativa d'altro abbisogna che di essere completata nelle due casette all'imbocco ed allo sbocco, destinate alla custodia ed alla manovra della travata colla quale si divisa di togliere il deflusso dell'acqua per le canne della botte nei contingibili disgraziati casi di rotte di Po od a sinistra di Panaro a monte di Bondeno. E resta a completarsi anche nelle ali a valle, delle quali però sono piantate le fondazioni.

41. Molto opportunamente questa botte venne piantata nel concavo della viziatissima risvolta di Panaro. Quindi è che compiuta che sia nelle ali e nelle casette, coll'aprire il corso del fiume sopra la nuova botte, si verrà anche a togliere la viziata svolta e a ben sistemare il corso del fiume per buona tratta a monte ed a valle della botte stessa.

42. Passando a tener parola dell'altra botte sotto Reno-nuovo, cominciata come abbiamo avvertito, e sospesa dapprima per gravissime difficoltà incontrate nelle aggottature, indi affatto abbandonata in effetto delle cambiate condizioni politiche, diremo da prima che questa veniva eretta per entro il Cavo-Serra.

Questo sito era stato prescelto perchè detto Cavo con buon andamento ben si presta alla continuità del condotto generale degli scoli, che passando la prima botte sotto Panaro poi quella sotto Reno, soddisfa ad un felice e pronto scarico delle acque nel Poatello che sussegue al Cavo-Serra; e perchè nel tempo stesso risparmiava di dover altrimenti aprire il nuovo condotto degli scoli attraverso campagne coltivate, con dissesti di proprietà e maggiori spese di espropriazioni. Veniva prescelta anche per ciò che dietro i fatti assaggi di terebrazioni si conosceva, che alla profondità cui era prestabilito di piantare il manufatto si trovava un fondo sodo sul quale poter tranquillamente fabbricare. Le difficoltà non prevedute stettero nel poter raggiungere collo sterro della fossa la prestabilita profondità di fondazione.

43. Con incessante diurno e notturno lavoro di quasi due anni e con enorme dispendio, nel luglio 1812 avevasi ottenuto di aprire la fossa e di eseguire la fittura dei pali di consolidamento della sede del manufatto sopra poco oltre la metà di sua lunghezza, quando per tal modo crebbe la copia delle polle d'acqua con vuotamento di sabbie per entro il cavo che venne a fallire ogni mezzo di aggottatura e ad impedire di poter proseguire nell'opera.

Nell'urgenza del caso mandato in visita l'Ispettore generale Assalini, ecco quanto egli ebbe a riferire alla Direzione generale di Acque e Strade in Milano:

« Il lavoro finora eseguito dall'appaltatore Migliari consiste nello scavo « di tre quarti circa della fossa entro la quale devesi erigere la botte, e nello « impianto di circa la metà della palificata di consolidamento del fondo pre- « scritta dal capitolato. Lo zatterone o grigliato di travi da soprapporre sulle « teste dei pali fitti già approntato esiste sul luogo. »

Con una sezione longitudinale graficamente egli rappresenta gli assaggi praticati prima di imprendere l'apertura della fossa dai sigg. Ingegneri-capo Costa e Bolognini; la escavazione fatta a tutto dicembre 1811 e quella proseguita fino al 20 luglio 1812; e rappresenta eziandio la disposizione delle macchine state impiegate ad espellere l'acqua di sorgive che scaturiva dalle sponde e dal fondo della fossa, quindi prosegue:

« Quindici macchine a corona, due trombe aspiranti, e quaranta paloni « all'olandese, lavoravano giorno e notte per vuotare l'acqua di sorgiva immet- « tendola parte nel canale S. Giovanni e parte nella nuova fossa di condotto « scavato al di là dell'argine Bastone.

« Le suddette macchine poste a due piani appena bastavano a vuotare « l'acqua sorgente ed a conservare nella vasca il pelo all'altezza di metri 2,20 « sopra il piano che devesi raggiungere colle teste dei palafitti. Si vuotavano « circa 110 metri cubi d'acqua all'ora.

« Altre diverse operazioni erano state cominciate dall'appaltatore per com- « piere lo scavo della fossa nel tratto sortumoso e per difendersi dal concorso « e vuotamento delle sabbie. E infatti nel contorno della fossa ove si appale- « sano le polle avvi due file di colonne, la prima delle quali cedette perchè « troppo debole, piegandosi verso il centro della fossa, mentre la seconda si « è conservata verticale, benchè senza vantaggio dell'opera. Altre file di colonne « furono battute nella fossa soggetta ai sortimenti d'acqua e vuotamenti delle « sabbie onde suddividere in parziali casse ed eseguire lo sterro a piccole tratte. « Ma anche quest'opera riescì d'inefficace effetto.

« Un primo cavedone traverso fu costruito per difendere dalle sorgive la parte « di fossa palificata, ma prodottosi al piede un forte fontanaccio che ne com- « prometteva la sussistenza, ne fu immediatamente costruito un secondo di più « robuste dimensioni e sopra più sodo fondo presidiato con palificata. »

44. Date queste informazioni sullo stato e condizioni di condotta del lavoro, l'Ispettore sig. Assalini passa ad accennare al partito da prendersi per la prosecuzione dell'opera, e soggiunge:

« Volendosi nell'attuale stato di cose progredire l'operazione, è fuor di ogni « dubbio doversi sostenere le sabbie laterali alla fossa con robusto cassero, « altrimenti le acque nascenti vuotando le sabbie la colmerebbero mano mano che « la si apre, come se n'ebbe fin qui esperienza. La costruzione di tale cassero « richiederebbe lungo tempo, e intanto le giornaliere spese di aggottatura assor- « birebbero ingente somma. E fatto anche prontamente il cassero, e supposto « eseguito lo sterro, occorrebbe lungo tempo alla fittura dei pali, e le sorgive « e polle facendosi più forti a misura che si profonda il cavo e che si ribassa « il pelo nella vasca, si verrebbe a sostenere una enorme spesa senza certezza « di vincere le fontane d'acqua nascenti dal fondo e dalle sponde. Oltre di che « è pur d'uopo aggiungere che pochi sono i materiali approntati dall'appalta- « tore, e manca specialmente il più essenziale oggetto, la calce. »

45. Guidato da queste considerazioni, l'Ispettore generale Assalini proponeva di abbandonare il pensiero di asciugare la fossa affetta da tante sorgive, differendone l'opera all'anno seguente, e di procedere intanto alla murazione della platea sulla sede già palificata. Considerava in allora che nel prossimo inverno

e nella primavera del nuovo anno sarebbe riuscito agevole di poter escavare con grande economia e maggior sicurezza la fossa valendosi di badiloni-cava-fango e circonvallando nel tempo stesso la fossa con opportuno cassero, e in fine battendo in acqua i pali della palificata di consolidamento del fondo con riserva di reciderli poi alla prestabilita altezza, vuotata l'acqua dalla fossa.

46. La proposta dell'Ispettore Assalini fu pienamente accolta dalla Direzione Generale d'Acque e Strade, che ordinava di rialzare ed ingrossare un arginello traversante, ad oggetto di limitare così le spese di aggottatura nel solo bacino escavato e già nella massima parte palificato, di compiere la piccola parte di palificata ancora mancante e di disporre prontamente il grigliato o zatterone sulla palificata stessa per costruire, del pari senza ritardo, sopra di questo la murazione di platea della botte; ed inculcava di usare le più energiche disposizioni per ottenere i mattoni, la calce e gli altri materiali che fossero per mancare.

Così fu fatto, e trascorse non solo tutto l'anno 1812, ma ben anche il successivo 1813 senza che nulla più si facesse oltre la completazione della piccola parte di palificata avvertita. Ci assicurano testimoni oculari che nel figgere questi pali, sì imponenti erano i getti d'acqua che bene spesso portavano fuori d'opera nella notte i pali fitti nel giorno; malgrado ciò fu effettivamente compiuta la costruzione di poco men di un metro e mezzo d'altezza di muro sulla fondazione palificata nella larghezza di sede del manufatto e per una lunghezza che si riscontra di metri 96.

Prima che si imprendesse la costruzione dei casseri suggeriti dall'Assalini, o qualunque altra disposizione al proseguimento dell'opera, cadde il Governo Italiano, e tornata la pristina divisione di Stati, rimase tutto abbandonato.

47. Come ci riferisce il sullodato Ispettore Assalini, per eseguire il lavoro da esso lui visitato, che consisteva nell'apertura di circa tre quarti della prescritta fossa e nella costruzione della palificata di consolidamento del fondo entro la fossa stessa sopra una metà circa della prescritta lunghezza, le difficoltà di aggottatura e di sterro impegnarono in una spesa di L. 236,995. E coi lavori posteriormente eseguiti di murazione sulla predisposta palificata di consolidamento del fondo nella avvertita lunghezza di metri 96 e per un metro e mezzo d'altezza, meno lo spina-pesce, troviamo che la spesa sostenuta è montata a L. 571,837, mentre la completa costruzione della botte era stata deliberata per L. 719,990. Prescindendo dalle straordinarie spese di aggottatura e di sterro la utile quota d'opera fatta di palificazione e di muratura a prezzi di progetto non monterebbe che all'importo di L. 250,000 circa.

48. Il Cavo-Serra, nel quale è stata intrapresa la costruzione della botte, fu aperto per condurre le acque di Panaro nel ramo di Po di Ferrara, colle quali speravasi di poter meglio animare e richiamare in questo un più vivo deflusso di acque del gran fiume, e di poter sopperire così anche a quella altezza viva di acqua che mancava ai bisogni della navigazione.

Nel Cavo-Serra corse in fatto buon tempo il Panaro, e nei primordi del deflusso in tale nuova inalveazione è ben a credersi che avrà qua e là aperto profondi gorghi, che venne poi mano mano colmando colle proprie sabbie ed aggestioni. Si deve perciò ragionevolmente supporre che per entro l'alveo del Cavo-Serra debbano esservi stratificazioni e banchi di granita sabbia che hanno immediata comunicazione coll'alveo di Panaro dal quale il Cavo-Serra derivava.

Non altrimenti saprebbesi spiegare, e certamente non altra origine possono avere quelle imponenti polle e vuotamenti di sabbie e quella enorme massa di acque sorgenti che venne a molestare ed impedire l'apertura della fossa entro la quale dovevasi piantare la botte, sì che condussero a dover abbandonare la prosecuzione dell'opera.

49. In questo giudizio sopratutto ci conferma la circostanza che fuori dell'alveo di Cavo-Serra, ad un tre o quattro cento metri di distanza a monte, si è potuto profondare l'alveo di Reno-nuovo niente meno che a metri 3,40 sotto la prestabilita cadente di letto, cioè solo circa un metro e mezzo meno di quanto richiedesi profonda la fossa per piantare le fondazioni del manufatto. A tanta profondità venne portato il cavo del nuovo alveo unicamente per ottenere la terra necessaria che mancava alla costruzione degli argini. E certamente la si ottenne con piccola spesa di aggottatura, avvegnachè altrimenti la terra necessaria alla costruzione degli argini sarebbe stata altrove prelevata o con più lunghi trasporti o con qualche indennità di sterro in campagna.

Tale circostanza mentre ci prova che i getti d'acqua provengono non altrimenti che dal Panaro, e sono perciò anche più difficili a difendere, ci prova eziandio che ben altro esito avrebbe avuto l'opera se la collocazione di questa botte fosse stata prescelta fuori del Cavo-Serra.

50. Nelle attuali condizioni dovendo riprendere la continuazione e compimento della grand'opera di immissione di Reno in Po, sorge naturale questione se per profittare della parte di fondazione fatta per questa botte si debba avventurarsi a tentarne il compimento delle fondazioni proseguendo

l'opera cominciata, o debbasi abbandonare la parte fatta e piantare il nuovo manufatto in altra egualmente opportuna situazione, ma fuori dell'alveo di Cavo-Serra a due o trecento metri a monte di questo.

51. La parte di opera eseguita ha ben costato l'ingente spesa di L. 571,837, ma prescindendo dagli straordinari sterri ed aggottature, la quota di utile lavoro fatto, cioè l'importo della palificata, del consolidamento del fondo e della murazione su di questa, va a ridursi a sole L. 250,000 circa, che si perderebbero abbandonando il lavoro fatto.

Abbiamo veduto quanto grandiosi mezzi si dovettero impiegare per vuotar le acque sorgenti entro la fossa senza ottenere di ribassare il pelo di questa a maggiore profondità di metri 2,20 circa sopra il piano prestabilito di base alla murazione del manufatto. Ed è ben facile conoscere quanto più rilevante sarebbe stata la massa d'acqua da vuotarsi portando lo sterro a tanto maggiore profondità. In adesso può l'arte disporre di più potenti e più pronti mezzi di aggottatura che in allora non si conoscevano. Ma qui non si tratta di aver mezzo a poter vuotare più facilmente e più prontamente una maggior massa di acqua, si tratta ben di più, d'impedire cioè i vuotamenti delle sabbie che col crescere della copia d'acqua diverrebbero anche più imponenti, sì da colmare la fossa mano mano che la si apre.

Per difendersi contro tali vuotamenti, come lo suggerisce anche l'Ispettore Assalini, converrebbe previamente circonvallare la fossa da aprirsi con opportuni casseri o ture. Queste vorrebbero esser costrutte con due file di pali, squadrati e diligentemente fitti a contatto, longitudinalmente e trasversalmente infilagnati, e spaziati per modo da lasciar fra loro una cassa larga almen due metri. Dovrebbesi sterrare col mezzo di badiloni tale cassa compresa fra le due file di pali ad una qualche maggiore profondità di quella prestabilita per la fondazione del manufatto, ricolmandola poi con buona e tenace creta bene battuta. Con siffatto presidio se non si ottiene la certezza che debbano restare affatto tolti i vuotamenti delle sabbie dalle sponde della fossa, si può tuttavolta confidare che non saranno tali da molestare gran fatto l'apertura della fossa stessa. Compiuto tale presidio di ture, si dovrà procedere allo sterro ed aggottatura per aprire la fossa entro lo spazio circonvallato dalle ture stesse. Non vuolsi metter dubbio che coi potenti mezzi dei quali può ora disporre l'ingegnere si saprebbe certamente vincere e vuotare quant'acqua può mai sorgere entro nella fossa. Ma colle imponenti polle si vuoterà anche gran massa di sabbie, avvegnachè resteranno bensì colle ture impediti i vuotamenti laterali dalle sponde della fossa, ma non mai quelli che possono sorgere dal fondo della fossa stessa,

che devonsi ragionevolmente temere di maggiore entità. E ove ciò avvenga sarebbe stata sprecata la grande spesa delle ture e dei fatti tentativi di sterro e di aggottatura, e converrebbe ricorrere all'altro spediente, già suggerito dallo stesso Assalini, di aprire la fossa, senza espellerne l'acqua, col mezzo di badiloni-cavafango, per proceder di poi entro la fossa stessa alla fitturà dei pali di consolidamento del fondo, da recidersi dopo alla conveniente altezza. Ma per fare la recisione di questi, per disporvi sopra il grigliato e costruire su questo la murazione, sarebbe pur sempre mestieri espeller l'acqua dalla fossa. Ed espellendola potrebbesi pur sempre incontrare insormontabili molestie per vuotamenti di sabbie.

Non vuolsi disconoscere che con opportune macchine si recidono i pali anche sott'acqua, e che del pari, usando buona calce idraulica, anche sott'acqua si mura. Ben poche sono in adesso le difficoltà che l'arte non dia mezzo a vincere. Ma la questione qui sta: se convenga avventurarsi a tante difficoltà che giustamente si temono, per avere il merito di vincerle al solo scopo di profittare dell'utile parte di fondazione della botte già costruita, o non valga meglio perderla imprendendo in altro più opportuno sito la costruzione della botte stessa.

52. Non potendo disporre che di cattiva trivella gallica, abbiamo ciò nullameno con qualche stento tentato degli assaggi di terebrazione, e questi ci confermano i risultamenti ottenuti dagli Ingegneri in capo Costa e Bolognini, cioè che sopra un fondo veramente sodo trovasi un terreno di molle lezza commista a finissima sabbia. Ma più che ai sempre incerti assaggi di terebrazione, noi diamo peso alla sperienza dei tentativi fatti nel 1811-1812. E confessiamo di ravvisare ben difficile di poter riescire a completare la fondazione entro il Cavo-Serra. Crediamo ciò non ostante che giovi tentarne la prova.

Ma quando s'incontrassero veramente gravi difficoltà per afflusso di acqua e vuotamenti di sabbie, non saprebbesi certamente ricorrere ai partiti suggeriti dall'Assalini, di circonvallare con tura la fossa, di scavarla a badilone-cavafango, e di figgere sott'acqua la palificata per reciderne poi i pali. Questi presidii e ripieghi condurrebbero a rilevantissima spesa, certamente superiore all'importo della quota di fondazione fatta che vorrebbesi utilizzare, e forse anche non lungi da quella sostenuta negli anni 1811-1812, avvegnachè se l'arte in adesso dispone di più potenti mezzi, è certo d'altra parte che in allora fu fatta la parte di opera più facile, da che non se ne sospese la prosecuzione che appunto quando insorsero insormontabili difficoltà.

53. Devesi compiere la inalveazione di Reno-nuovo prolungando lo scavo

dell'alveo fino all'incontro di Cavo-Serra e anche a valle di questo; e poichè anche a noi manca la terra per la costruzione degli argini, così, come in allora fu fatto, noi pure consideriamo di ricavarla col profondare l'alveo al disotto della prestabilita cadente di letto. E pertanto, quando tentandone la prova si facessero veramente grandi l'afflusso d'acqua e i vuotamenti delle sabbie entro il Cavo-Serra, noi proporremmo di abbandonar l'opera fatta e di piantare la nuova botte fuori dell'alveo stesso e quanto più prossima a questo sia compatibile colle circostanze del suolo.

Se la costruzione di questa botte è indispensabile, si ha anche la certezza che, o nell'uno o nell'altro modo, la si saprà ben costruire. E noi intanto consideriamo il caso più sfavorevole di doverla costruire fuori del Cavo-Serra, e di non poter profittare dell'opera fatta.

Giustificata così ogni proposizione di progetto, ci riporteremo del resto alle speciali descrizioni delle singole opere e ai disegni di dettaglio di queste.

NOTA C al § 36

Per ben apprezzare il vantaggio che la nuova inalveazione accorda nel ribasso di pelo della piena, ci occuperemo della ricerca delle altezze che assumerà il pelo di massima piena dei due fiumi uniti, rigurgitata da un alto stato di Po; e a tal uopo crediamo di abbondare assumendo la portata di piena di Reno di metri cubi 900, quella di Panaro di metri cubi 600, e tutte e due unite di metri cubi 1500 per ogni secondo, in quanto che, se anche potesse esser maggiore la piena isolata dell'uno o dell'altro fiume, non saprebbesi giammai ammettere superiore il contemporaneo concorso di piena in Reno ed in Panaro.

E del pari sotto il riguardo di possibile contemporaneità di massima piena dei due influenti colla piena del recipiente assumiamo come caso il più sfavorevole l'altezza di Po a metri 2,00 sopra guardia.

Gli alvei di Reno e di Reno e Panaro uniti non si possono certamente conservare quali vanno ad essere aperti al deflusso delle acque dei due fiumi; succederanno inevitabilmente degli interrimenti là dove presentano più sbilanciata sezione, con perdita di quella ampiezza di sezione viva che nel deflusso delle prime piene vale a tener molto basso il pelo delle piene stesse. E pertanto per poter conoscere come a fiume stabilito verrà a disporsi il pelo della piena, è d'uopo previamente indagare quali interrimenti si possono temere, e come verrà ragionevolmente a stabilirsi l'alveo del fiume.

Quanto alla disposizione di letto si può sibbene confidare che, unendo in un sol alveo le acque di Reno e di Panaro, possa alla foce in Po succedere qualche ulteriore approfondamento sotto l'altezza di letto che attualmente si riscontra in Panaro, ma non saprebbesi ammettere possibile un interrimento sopra questa altezza. E poichè la cadente di letto che resta tracciata dall'altezza a valle della III pescaia e dall'attuale altezza di letto di Panaro alla sua foce in Po risulta di metri 0,335 per chilometro, cioè alcun poco superiore a quella data a Reno nuovo ed a Panaro-Reno uniti, si può tranquillamente confidare che tale disposizione di letto potrà sibbene migliorare, ma non mai peggiorare.

Succederanno certamente degli interrimenti nell'alveo di Reno nuovo, là dove è stato a dismisura profondato onde cavarne la terra per la costruzione degli argini, ma si limiteranno all'altezza tracciata dall'avvertita cadente, determinata, come si disse, dalla platea a valle della III pescaia e dalla attuale altezza di letto di Panaro alla foce in Po.

Del resto gli interrimenti succederanno sulle golenette di Reno nuovo e sulle golene della nuova inalveazione di Reno-Panaro, che son pur vaste e non poco depresse. È ragionevole supporre che gl'interrimenti su queste golene debbano alzarsi più in vicinanza alla foce in Po, dove si fa maggiore e più frequente il contingibile rigurgito, e meno in prossimità alle pescaie. E prendendo qualche norma dalle condizioni di altezza delle attuali golene di Panaro, crediamo potere stabilire, che nella nuova inalveazione di Reno-Panaro le golene assumeranno un'altezza di metri 5,50 sul letto presso la foce, e di metri 3,50 in Reno-nuovo tosto a valle della III pescaia, e che del resto possano disporsi abbastanza regolarmente sotto un piano tracciato fra questi limiti.

Per tal modo siamo venuti a determinare la modalità di sezione che verrà ragionevolmente ad assumere l'alveo del nuovo fiume in ogni suo punto di distanza dallo sbocco in Po, e quindi abbiamo anche potuto desumere per ogni punto l'altezza viva k sul letto che assumerebbe il pelo della piena qualora questa si scaricasse con moto uniforme; la quale altezza ci è data dalla nota formula $k^3 = \frac{C\,Q^2}{a^2\,p\,L^3}$, nella quale colle lettere a, Q, p esprimesi il coefficiente dato dalle esperienze, la portata della piena e la cadente del letto; e colle k, L, C esprimesi l'altezza, la larghezza media, e il contorno bagnato della sezione viva di scarico della piena. Naturalmente la incognita k non la si ottiene che a tentone cercandone quel valore che effettivamente soddisfa la equazione.

Ma se la piena resta regurgitata, quantunque il deflusso non succeda più con moto equabile od uniforme, esso succede però con moto permanente, e quindi la disposizione che verrà ad assumere il pelo della piena rigurgitata devesi cercarla colla formula del moto permanente in ciascun punto del corso, sebbene tutto lungo il corso stesso il moto non sia equabile ed uniforme.

Ci siamo pertanto serviti a tal uopo della formula richiamata anche nella susseguente nota D

$$p\,D + H - h = \frac{q\,k}{6}\,log\left\{\frac{1 + 3\,k\frac{H}{(H-k)^2}}{1 + 3\,k\frac{h}{(h-k)^2}}\right\} + \frac{q\,k}{\sqrt{3}}(\alpha'' - \alpha')$$

nella quale ritenute le precedenti denominazioni si ha $q = 1 - \frac{a^2\,p\,L}{g\,C}$; $tang\,\alpha' = \frac{h\sqrt{3}}{h + 2\,k}$; $tang\,\alpha'' = \frac{H\sqrt{3}}{H + 2\,k}$

e nella quale h esprime la data altezza viva di rigurgito allo sbocco; ed H l'altezza viva che si cerca alla distanza data D dallo sbocco.

Evidentemente l'incognita H non si determina che con penoso calcolo cercando a tentone quel valore che soddisfa l'equazione, e poichè la modalità di sezione dell'alveo cambia da punto a punto dipendentemente dall'altezza delle golene, così siam venuti calcolando le altezze vive della piena rigurgitata, sezione per sezione, rimontando dallo sbocco in Po alle pescaie, assumendo di volta in volta ogni sezione come sezione di sbocco.

E quanto all'altezza, che assume il pelo della piena sulla cresta di ciascuna pescaia, l'abbiamo determinata coll'altra formula:

$$Q = \frac{m}{15}\sqrt{v^2 + 2g\,(k-h)}\left\{(5\,L + 8\,k)\,(2\,k + h) + 3\,h^2\right\}$$

nella quale esprimesi con m un dato coefficiente di riduzione, con L la larghezza in fondo alla bocca della pescaia, che ha le sponde inclinate del due per uno, con Q la portata della piena, con v la velocità colla quale arriva la piena al salto della pescaia, ed in fine con h la data altezza viva di rigurgito a valle della pescaia stessa, e con k l'altezza viva che si cerca sulla cresta della medesima. È pur evidente che l'incognita k non si ottiene che a tentone cercando quel tal valore che soddisfa l'equazione.

Fatti gli sviluppi di calcolo numerico, e desunte così le altezze di pelo della piena, le abbiamo graficamente rappresentate sul profilo di livellazione; dal quale appare come si verrà ad ottenere in Bondeno un ribasso di pelo di massima piena di metri 0,59 sotto l'altezza che attualmente assume Panaro.

PROGETTO DI SISTEMAZIONE

DEGLI SCOLI BOLOGNESI E RAVENNATI

PROGETTO DI SISTEMAZIONE

DEGLI SCOLI BOLOGNESI E RAVENNATI

1.° Il rialzo progressivo di letto cui soggiacque l'alveo di Reno-Primaro ha ognor più pregiudicato lo scolo delle basse campagne bolognesi e ravennate per modo, che vasti latifondi or restano per ristagno d'acque impaludati, mentre in non ancora lontana epoca, solcati dall'aratro, davano ubertose produzioni. Tanto disordine di rialzo di letto, che porta di conseguenza molto alto anche il pelo della piena, con frequenti rotte negli argini, e desolanti allagazioni non meno sul bolognese che sul ravennate, e più ancora sul ferrarese, è derivato dal malaugurato divisamento di condurre in Primaro il Reno, che da straordinarie vicende era stato tolto dal primitivo naturale suo recipiente il Po, nella speranza di ottenere così una regolazione stabile, di cui il tempo mostrò pur troppo la fallacia.

Vuolsi quindi ora rimediare al malfatto col restituire nel gran fiume la confluenza di Reno.

2.° Tale provvedimento apporterà certamente grande beneficio alli territorii bolognese e ravennate, che verranno liberati dall'attuale esposizione alle frequenti rotte e allagazioni, e più ancora al ferrarese, come quello che ne è maggiormente soggetto, avendo più àlti i proprii argini torreggianti sulla campagna. Ma nessuno vantaggio potrebbe giammai ripromettersene il bolognese ed il ravennate nel rispetto del più felice scarico de' proprii scoli.

3.° Tolto il Reno, il fiume verrà certamente a correre con minor altezza viva di pelo d'acqua sul letto, proporzionalmente alla scemata portata, ed un tale stato del fiume potrebbe in fatto alcun poco giovare ad un favorito deflusso degli scoli, ma sarebbe questo pur sempre assai piccolo ed insufficiente benefizio; e d'altra parte egli è molto a temersi che, tolto Reno, il Primaro, nel quale si conservano gli attuali suoi confluenti e si devono aggiungere l'Idice e la Quaderna, dipendentemente dalla scemata portata di piena, possa soggiacere a qualche ulteriore interrimento di letto, lo che verrebbe non solo a togliere l'or avvertito beneficio di minor altezza viva di pelo nel fiume, ma a recarvi ben più reale e grave danno.

4.° Ond'è che i bolognesi ed i ravennati non potendo sperare che insufficiente beneficio, e dovendo piuttosto temere pregiudizio ai proprii scoli quando sia deviato il Reno dal Primaro, è d'uopo che a questi scoli altrimenti si provveda con speciali opere che devono essere conseguentemente, per quanto è compatibile, indipendenti dal fiume. Conviene cioè procurare a tutti questi condotti di scolo un punto così basso di sbocco in fiume che possano in ogni evento trovare libero e non impedito deflusso. Ed un tale punto di sbocco non potrebbe essere meglio scelto in Primaro, che tosto a valle della confluenza dell'ultimo influente il Senio, per ciò che in questa situazione grandemente gode il fiume della chiamata di sbocco in mare, per ciò che quivi conserva buona profondità di letto, e ben ancora per ciò che tale generosa profondità la conservava anche prima che ricevesse il Reno, quando cioè in Primaro non scendevano che il Senio ed il Santerno, e che restava Reno divertito alla bonificazione delle valli.

5.° E certamente raccolti e quivi immessi tutti gli scoli delle campagne bolognesi e ravennate, il perenne e talvolta grosso corpo d'acqua da questi scaricato gioverà a conservare sempre meglio la profondità di quest'ultimo tronco del fiume.

Le piene dei torrenti che si conservano confluenti in Primaro, del pari di quelli che vi si aggiungono, non vanno mai disgiunte dalle piene delli condotti di scolo delle campagne. Però il deflusso di quelle dei torrenti non può non precedere di qualche lasso di tempo le piene portate dalli condotti degli scoli, perciocchè con maggior lentezza scende l'acqua dalla campagna nelle fosse di corrivazione e quindi nei condotti secondarii e principali, che non scenda dai monti a raccogliersi e gonfiare in piena i torrenti. Ond'è, che se le torbide piene delli torrenti potessero lasciare qualche deposizione di rialzo di letto nel fiume, tale recente interrimento, non è a dubitarsi, verrà tosto sgombrato

dalle acque chiare che subito dopo vi portano le piene degli scoli delle campagne. E quindi con sicurezza di buon esito si deve prescegliere a valle della confluenza di Senio lo sbocco delli condotti generali ne'quali è d'uopo raccogliere tutti gli scoli parziali dei vasti circondarii bolognesi e ravennati che restano sulla destra di Reno-Primaro.

6.° Le speciali condizioni di confluenza delli torrenti nel comune-recipiente Primaro obbligano a raccogliere detti scoli in due speciali e separati condotti generali, l'uno sulla sinistra del fiume per gli scoli bolognesi che restano superiori ed a sinistra di Sillaro, e l'altro a destra per tutti gli altri scoli dei territorii che cadono a valle ed a destra di Sillaro.

Il condotto generale da aprirsi sulla sinistra giova farlo partire dal sito della Beccara-nuova e quindi attraversato l'alveo del fiume, che deve restare abbandonato, proseguendo sulla campagna a sinistra, condurlo a raggiungere, al sito delle distrutte chiaviche Paoline, l'alveo vecchio di Reno rimasto abbandonato col taglio di Longastrino, per seguire poi sempre tutto lungo quest'alveo sino dirimpetto alla chiavica Gazzana, e di qui attraverso terreni vallivi giova raggiungere l'altro tronco d'alveo di Primaro che restò abbandonato col taglio di Madonna dei Boschi per immetterlo a confluire in Primaro circa un chilometro a valle della confluenza di Senio.

7.° L'altro condotto generale sulla destra destinato a raccogliere gli scoli ravennati torna opportuno condurlo parallelo al fiume a partire dal Sillaro per immetterlo in Primaro a Sant'Alberto, del pari poco a valle della confluenza di Senio. Ed alla continuità di tale condotto generale è poi d'uopo provvedere con opportune ed apposite botti sotto il Santerno e sotto il Senio.

8.° Occupandoci or dapprima degli scoli da raccogliersi nel condotto generale che si apre sulla sinistra del fiume, osserveremo che li terreni sulli quali sono condotti in colmata l'Idice e la Quaderna, di tale provvedimento di bonificazione effettivamente abbisognerebbono fintanto che si conservasse l'attuale condizione di scarico in fiume degli scoli delli terreni stessi. Ma anche nello stato in cui or si trovano godono già tale esuberante elevazione da ottenere indubbiamente felicissimo scolo, quando solo si provveda ad immettere anche questi scoli nel condotto generale nel quale si divisa di raccogliere tutti gli altri. E fermo tale partito si potrà e dovrà inalveare arginati i detti due torrenti immettendo la Quaderna nell'Idice per condurli tutti e due uniti a confluire in Primaro tosto a monte dell'attuale confluenza di Sillaro.

9.° Sicchè un primo provvedimento quello esser deve di sistemare l'ultimo tronco dell'Idice e della Quaderna, per condurli arginati ed uniti a confluire in Primaro, e si dovrà a monte di detta confluenza intestare l'attuale alveo di Reno-Primaro che resterà abbandonato per la deviazione di Reno in Po.

Tale sistemazione dell'Idice e della Quaderna consente di poter subito volgere ad utile coltivazione agraria i fondi che or costituiscono la cassa di bonificazione di questi torrenti.

10. Li condotti di scolo del bolognese, che restano a monte della confluenza di Sillaro in Primaro, appartengono alli comprensori III, IV, V, VI. Il primo di questi condotti si è lo scolo Riolo e Calcarata del III circondario, le cui acque si raccolgono tutte a Malalbergo, quivi con botte sottopassano il naviglio che scende da Bologna e vanno ad unirsi alla Lorgana del IV circondario; e sottopassata poi con altra botte la Savena abbandonata scendono a costituire il Canale-della-botte, nel quale successivamente confluiscono gli altri scoli Fiumicello-delle-Bruciate, Fossatone e Zena, per iscaricarsi poi in Reno-Primaro alla chiavica Beccara-nuova.

11. Lo scarico della piena degli scoli del III circondario Riolo-Calcarata attualmente non viene dal IV circondario accordato libero, ma è sempre vincolato alla condizione che restino da prima scaricate le acque di piena delli proprii scoli inferiori. Resta cioè vietato il deflusso alla piena de' scoli superiori del III circondario sino a che il pelo del Canale-della-botte del IV circondario non sia disceso a determinato limite, il quale è stabilito da un idrometro-regolatore posto poco a monte della confluenza di Zena. E ne deriva da ciò che le campagne che portano li proprii scoli nel Riolo e Calcarata, comunque godano di una ben favorita alta giacitura, restano tuttavolta sempre impaludate per dover attendere che si asciughino da prima le campagne immittenti li proprii scoli nel Canale-della-botte che si trovano in una ben più sfavorevole bassa giacitura.

12. A questa disgraziata condizione non si può altrimenti provvedere che col procurare un punto più depresso di sbocco, che non è quello che attualmente accorda il letto dell'alveo di Reno al sito della chiavica Beccara-nuova, ove succede lo sbocco di questi scoli.

Deviato Reno in Po ed intestato l'alveo che si abbandona, riesce facile di poter ottenere che il pelo della piena non abbia giammai a raggiungere quella altezza che vieterebbe lo scarico agli scoli superiori, quando si porti a sinistra del fiume la continuità del Canale-della-botte e se ne immetta lo scarico nel nuovo

condotto generale, che appunto perciò, come si è detto, lo si fa partire dalla Beccara-nuova per condurlo a sfociare in Primaro a valle della confluenza di Senio.

13. Gli scoli del V circondario compresi fra la destra dell'Idice e la sinistra della Quaderna, Fossanova, Canalazzo, Centonara e Centonarola, attualmente si raccolgono tutti nello scolo generale a destra dell'Idice, sottopassano con botte la Savenella della incominciata inalveazione della Quaderna, con una seconda botte sottopassano la Quaderna-vecchia, che resta abbandonata, e proseguendo poi sempre nel condotto di scolo a destra dell'Idice parallelamente col Garda-Menata, vanno attualmente a scaricarsi nel Sillaro in prossimità alla confluenza del Garda-Menata stesso.

Compiuta che sia la considerata nuova inalveazione dell'Idice e della Quaderna, come si è detto, fino alla nuova confluenza delli due torrenti uniti in Primaro, le acque che si raccolgono nell'attuale scolo generale a destra dell'Idice, invece di lasciarle progredire a scaricarsi in Sillaro, si potrà e dovrà, con speciale botte sotto l'Idice-nuovo, farle passare da destra a sinistra per immetterle poi nel Sejarino-nuovo, e condurle così a scaricarsi nel nuovo condotto generale che, come si disse, ha l'incile alla Beccara, dove anche attualmente concorre il Sejarino.

Conservata la prima botte sotto la Quaderna-nuova, non più occorre, e si potrà perciò distruggere, la seconda botte sotto la Quaderna abbandonata per togliere quest'impiglio al deflusso delle acque.

14. Gli scoli del VI circondario sono: il Garda, il Medicina, il Selaro o Menata, che assieme costituiscono il Garda-Menata, il quale, come si è detto, sbocca in Sillaro poco a monte della sua confluenza in Primaro.

Si può e si deve provvedere ad un miglior deflusso delle acque di questo condotto di scolo col divertirlo a partire appunto da di là dove li tre parziali scoli si raccolgono nell'unico condotto il Garda-Menata, conducendolo a sottopassare la nuova botte sotto l'Idice, che deve servire anche alle acque del V circondario. Sicchè anche il Garda-Menata verrà a scaricarsi per la botte da destra a sinistra dell'Idice, quindi nel Sejarino-nuovo, che diverrà così condotto comune alle acque di scolo del V e VI circondario fino alla Beccara, incile del condotto generale.

15. Le acque del naviglio di Bologna, del pari che quelle della Savena, le quali sono talvolta torbide, si divisa di lasciarle continuare a defluire nell'attuale alveo

di Reno-Primaro, che resta abbandonato coll'immissione di Reno in Po, stante che per la loro meschina portata andranno a disperdersi fra le sabbie del letto del fiume, non meno che per evaporazione, o quanto meno, già chiarite, si potranno sempre ricevere all'incile del nuovo condotto generale che, come si disse, si apre alla Beccara-nuova a continuità del Canale-della-botte e del Sejarino.

16. Il naviglio discendente da Bologna anticamente proseguiva attraverso alle valli di S. Martino a congiungersi coll'altro naviglio di Ferrara, il Po di Volano. Ma tale navigazione venne mano a mano a perdersi per gli interrimenti portati dal Reno, dal momento che venne condotto alla bonificazione di dette valli; e restò poi assolutamente tolta quando pel Cavo-Benedettino fu immesso Reno in Primaro.

La Commissione di Modena progettando la immissione di Reno in Po, onde restituire questo fiume al naturale suo recipiente, voleva ripristinare anche la navigazione fra Bologna e Ferrara, e progettava perciò di aprire un nuovo naviglio da Malalbergo a Torredifossa sul Po di Marrara per rimontare così al Po di Volano. Ma in quest'ultimo mezzo secolo le condizioni sono essenzialmente mutate. Quelle valli che la Commissione proponeva di attraversare col nuovo naviglio sono ora convertite in fertilissimi campi aratorii già asciugati con opportune fosse di scolo.

Ond'è che nelle attuali condizioni quel qualunque beneficio che si volesse ripromettersi dall'apertura del nuovo naviglio non potrebbe or più mai compensare l'ingente spesa da sostenersi per l'esecuzione di quest'opera. E prescindendo anche da tale riguardo di convenienza avvi per altra parte assoluta impossibilità di aprire il nuovo naviglio per ciò che mancherebbe l'acqua necessaria ad alimentarlo. Di fatto per lo consumo e dispersione dell'acqua che da Bologna scende nel naviglio, a Malalbergo non arriva mai che un poverissimo filo d'acqua, e peggio per tre o quattro mesi dell'anno nella stagione estiva a Malalbergo non giunge goccia d'acqua, restando la poca superiormente divertita ad irrigazione di vaste risaie. Nelle condizioni attuali pertanto altro partito non resta che di lasciar fluire, come si disse, la poca acqua che scende da Malalbergo nell'alveo che resta abbandonato dal Reno.

17. Attualmente alla Bastia, per mezzo di una chiavica aperta nell'argine sinistro di Reno-Primaro, succede un erogazione d'acqua dal fiume che viene condotta per entro dell'antico alveo di Primaro, rimasto abbandonato col taglio di Longastrino, e va ad animare i mulini di Filo.

Tale erogazione d'acqua è molto precaria perchè la si sopprime colla chiusura della chiavica quando il fiume monta in piena, e perchè bene spesso il fiume resta anche lungamente affatto asciutto d'acqua. E resterà assolutamente perduta quando si diverta dal Primaro il Reno, immettendolo in Po. L'Idice e la Quaderna sostituiti al Reno, e il Sillaro che pur resta in Primaro non potrebbon certamente sopperire ad alimentare quest' erogazione perchè si conservano quasi costantemente asciutti o quasi privi d'acqua.

18. Nell'antico alveo di Primaro, rimasto abbandonato col taglio di Longastrino, scende, come si disse, la or avvertita condotta d'acqua alli mulini di Filo, e nell'alveo stesso si medita di immettere il nuovo condotto generale degli scoli.

Osserveremo pertanto che li mulini di Filo sono di antica istituzione, ed erano certamente operativi nel 1761, prima cioè che succedessero gli attuali interrimenti, che hanno rialzato il letto ed il pelo del fiume di oltre un metro e mezzo. Sicchè si può con tutta certezza coltivare la lusinga che erogando l'acqua da un bacino che restasse anche di altrettanto più depresso sotto l'attuale pelo ordinario del fiume, potrà tuttavia restare assicurata l'officiosità de' mulini di Filo.

Il nuovo condotto generale, che raccoglie le acque di una superficie nientemeno che di ettari 104920, deve pur conservare un perenne deflusso d'acqua, che quand'anche restasse limitato ad una centesima parte di quanto porta in piena darebbe pur sempre sufficiente corpo d'acqua a conservare alimentati ed operativi i mulini di Filo. Si potrà quindi presidiare il nuovo condotto generale de' scoli, dirimpetto a Filo con opportuno sostegno che, chiuso in istato ordinario d'acqua del condotto, rovesci per una laterale bocca di erogazione il deflusso d'acqua ad animare li mulini di Filo, ed in istato di piena del condotto stesso, aperto il sostegno e chiusa o regolata la bocca di erogazione, lasci affatto libero lo scarico della piena stessa.

In istato ordinario d'acqua del condotto tale impiglio portato dal sostegno non potrebbe menomamente nuocere al deflusso degli scoli neanche de' più bassi terreni scolanti, per ciò che il condotto stesso è sistemato per modo che nemmeno in istato di piena toglie il libero deflusso ai più bassi scoli.

19. Presso Filo, dove la gora dei mulini devia dall'alveo abbandonato di Primaro, occorre costruire un ponte in muro per la continuità delle comunicazioni stradali. Lo si progetta a tre arcate di metri 5,00 di luce, e queste si consiglia di presidiarle con porte automobili che spontaneamente si aprono quando

l'acqua nel condotto monta a superare metri 1,50 sul letto, e si conservano chiuse quando l'acqua discende e resta al disotto di questa altezza. A tal uopo adottiamo la forma di porte girevoli su di un asse orizzontale, quali sono state proposte dal comm. Paleocapa pel sostegno scaricatore delle piene di Bacchiglione al Bassanello presso Padova.

20. Stabilito di raccogliere tutti gli scoli delli avvertiti circondarii nel nuovo condotto generale che si porta a sfociare in Primaro a valle della confluenza di Senio, dove godrà mai sempre di un depresso pelo d'acqua nel fiume, osserveremo che essenziale condizione del nuovo condotto generale quella esser deve che possa godere di tale profondità di letto da permettere che l'altezza viva di pelo della piena che ha da scaricare resti sempre inferiore al piano delle basse campagne impaludate da bonificarsi.

Or dato essendo di posizione l'estremo punto di sbocco in Primaro, dove termina il taglio di Madonna de' Boschi, certamente quanto più si profonda il cavo del nuovo condotto alla sua origine, tanto più si perde di quella cadente che potrebbe altrimenti essere accordata al letto del condotto stesso. E tale minor cadente porta sicuramente perdita di velocità che indurrebbe maggior altezza viva di pelo della piena sul letto, lo che però agevolmente si evita coll'accordare al condotto una conveniente maggior larghezza di sezione.

21. Avviene sempre negli ultimi tronchi dei fiumi in prossimità alla foce in mare che le profondità di letto sono incostanti variando entro certi limiti.

Si trova approfondato il letto dopo trascorsa una grossa piena, e viceversa alquanto interrito passata una piccola piena. Così avviene in Primaro a Sant'Alberto, dove talvolta si scandaglia la sola profondità di metri 0,60 sotto l'orizzontale della livellazione Brighenti, quando tal'altra volta la si trova invece di metri 1,50. Noi pertanto assumeremo la profondità di metri 0,50 sotto detta orizzontale per stabilire la soglia delle bocche della grande chiavica di scarico a Sant'Alberto, colla quale devesi presidiare il condotto generale, che, come è detto, si aprirà sulla destra del fiume; e guidati da consimili considerazioni e dati, stabiliamo di regolare collimante coll'orizzontale della livellazione Brighenti la soglia dell'altra grande chiavica di sbocco del condotto generale de' scoli a sinistra del fiume, che si porta a sfociare in Primaro alquanto superiormente, cioè al termine del taglio di Madonna de' Boschi.

22. Fissata l'altezza di letto al punto di sbocco in Primaro del nostro nuovo condotto generale sulla sinistra del fiume, e bene esaminata la giacitura dei

fondi da bonificarsi, fatti gli opportuni studii e calcoli, si stabilisce di assegnare al letto del nuovo condotto la cadente di metri 0,08 per chilometro rimontando dall'avvertita foce sino al suo incile alla Beccara-nuova. Una cadente un po' maggiore, cioè di metri 0,09 per chilometro, si assegna alla sistemazione del Canale-della-botte rimontando dalla Beccara-nuova all'idrometro-regolatore; e superiormente a questo punto, fino a raggiungere la botte sotto la Savena abbandonata, vuolsi regolare il Canale-della-botte con cadente di letto di metri 0,16 per chilometro.

Quando per tal modo si provvede ad un più pronto e facile deflusso delle piene, e quando per tal modo resta perennemente aperto lo scarico, è certo che di nessun altro provvedimento ponno abbisognare li condotti degli scoli a monte della botte sotto la Savena, perciocchè se in adesso soffrono difetto di scarico è solo perciò che talvolta, come si disse, vien loro vietato il deflusso.

23. Al Sejarino-nuovo che, come è detto, deve servire allo scarico di tutti gli scoli del V e VI circondario, si assegna la cadente di letto di metri 0,10 per chilometro rimontando dall'incile del nuovo condotto generale alla Beccara fino alla nuova botte sotto l'Idice.

A monte di questa botte si assegna in fine al nuovo scolo Garda-Menata la cadente di letto di metri 0,12 per chilometro.

24. Stabilite le differenti cadenti di letto dei varii tronchi di condotto, resta ora a determinarsi le modalità di sezione del nuovo cavo d'alveo, e queste non possono essere altrimenti regolate che con riguardo alla portata di piena che ne' differenti suoi tronchi deve scaricare il condotto stesso.

Tale portata di piena devesi naturalmente desumerla con riguardo alla superficie di latifondo che tributa le proprie acque di pioggia nei differenti condotti di scolo che mano mano raccolgonsi nel condotto generale.

Assumiamo pertanto dietro osservazioni ombrometriche che la quantità d'acqua che cade in un mese molto piovoso sopra queste basse provincie raggiunga l'altezza di metri 0,15, e che poco men della metà vada perduta per assorbimento di suolo ed evaporazione, sicchè la massa d'acqua che scende nel recipiente condotto in un mese di tempo corrisponde a tutta quella che ricopre la totale superficie di latifondo scolante coll'altezza di metri 0,08. E si deduce così, che ogni ettaro di latifondo scolante tributa nel condotto la portata di metri cubi $\frac{0{,}08 \times 10000}{30 \times 24 \times 60 \times 60} = 0{,}00031$ d'acqua al minuto secondo.

25. Ciò posto essendoci date le superficie scolanti dei bacini corrispondenti a ciascun condotto raccoglitore, ne desumiamo le seguenti portate:

CIRCONDARIO	CONDOTTO	SUPERFICIE	PORTATA	
		Ettari	Metri-cubi	
III.	Riolo e Calcarata	26,262	8,14	17,77
IV.	Canal-della-botte	31,080	9,63	
»	Scolo a sinistra dell'Idice	4,888	1,52	
V.	Scolo a destra dell'Idice e sinistra Quaderna	11,480	3,56	14,76
VI.	Garda-Menata	31,213	9,68	
	TOTALI	104,923	32,58	

E pertanto il condotto generale che si apre sulla sinistra del fiume dalla Beccara-nuova, dove confluiscono assieme il Canale-della-botte ed il Sejarino-nuovo, alla sfociatura in Primaro sotto il taglio di Madonna de' Boschi che si regola colla cadente di letto di metri 0,08 per chilometro, dovendo scaricare l'intera portata di piena di metri cubi 32,58, vi si assegna la larghezza di metri 15 di letto con scarpe in ragione sesquialtera dell'altezza, ottenendo così un'altezza viva di pelo della piena sul letto di metri 2,77, abbastanza moderata per restare generalmente incassata sotto il piano di campagna, per modo da poter ricevere tutti gli scoli anche dei fondi più depressi.

Lo scolo Sejarino-nuovo deve servire di condotto maestro agli scoli del V e VI circondario, pur compreso lo scolo sulla sinistra dell'Idice, che danno la portata di metri cubi 14,76, e, come si è detto, va regolato colla cadente di metri 0,10 per chilometro. Assegnando pertanto a questo condotto la larghezza di letto di metri 6,00 ottiensi lo scarico dell'intiera portata della piena colla limitata altezza viva di metri 2,51 che appieno soddisfa all'uopo, come meglio dimostreremo in appresso.

La nuova botte da costruirsi sotto l'Idice deve scaricare tutta la portata degli scoli del V e VI circondario, che si desume di metri cubi 13,24, e dovendo avere una lunghezza di metri 90 e potendosi accordare una luce sommata delle due canne di metri quadrati 12,00, si viene a dedurre che porterà un battente di pelo da monte a valle di metri 0,14.

Al nuovo condotto Garda-Menata a monte della botte sotto l'Idice, cui si assegna una cadente di letto di metri 0,12 per chilometro, dovendo soddisfare allo

scarico della portata di piena di metri cubi 9,68, si dà una larghezza di letto di metri 4, colla quale si ottiene che il pelo della piena non monta che a metri 2,20 sul letto, e basta a ricevere gli scoli anche dei più bassi terreni.

26. La portata di piena degli scoli del III e IV circondario desumesi di metri cubi 17,77, ed assegnandosi alla sistemazione del condotto di scolo Canale-della-botte la cadente di metri 0,09 per chilometro, rimontando dalla confluenza del Sejarino all'idrometro-regolatore, si regolerà l'alveo con una larghezza di letto di metri 8, ottenendo così un'altezza viva di pelo della piena sul letto di metri 2,54, che è pur questa appieno soddisfacente per ammettere perenne deflusso agli scoli del III circondario ed anche a quelli de' più bassi terreni.

In fine, al precedente tronco di Canale-della-botte rimontando dall'idrometro regolatore alla botte sotto la Savena accordandovisi la generosa cadente di letto di metri 0,16 per chilometro, avrebbesi potuto a questo tronco di Canale-della-botte assegnare una proporzionata minor larghezza di letto, ma si preferisce di conservare anche in questo costante la stessa larghezza di metri 8 per ottenere una maggiore depressione di pelo senza manomettere la platea della botte, e per modo che valga del pari a favorire il deflusso degli scoli superiori del III circondario. In fatto con tale larghezza e cadente di letto si ottiene che il pelo della piena assume l'altezza viva sul letto di soli metri 2,15.

Lo sbocco in Primaro del condotto generale degli scoli vuol essere presidiato con grande chiavica munita di porte a vento e di travate per impedire che in evenienza di piena del fiume o di alta burrasca di mare non rimonti l'acqua per entro del condotto. Questa grande chiavica la si costruisce a tre luci di metri 5 di larghezza ciascuna. E come è detto si dispone la soglia a livello del letto del fiume che coincide coll'altezza dell'orizzontale della livellazione Brighenti.

27. Ora dalla Beccara nuova, punto di confluenza del Sejarino-nuovo col Canale-della-botte, al punto di sbocco in Primaro del nuovo condotto sotto il taglio di Madonna de' Boschi, si misura una lunghezza di chilometri 24,70, e quindi rimontando dalla soglia dell'avvertita grande chiavica con cadente di metri 0,08, il letto del nuovo condotto generale va ad assumere al suo incile alla Beccara-nuova un'altezza di letto di metri $24{,}7 \times 0{,}08 = 1{,}976$ sull'orizzontale della livellazione, ed assumendo in piena un'altezza viva di metri 2,77, il pelo della piena acquisterà al punto di confluenza del Sejarino col Canale-della-botte l'altezza di metri $1{,}98 + 2{,}77 = 4{,}75$.

Ora, rimontando da questo punto nel Canale-della-botte fino all'idrometro

regolatore, con una cadente di letto, come si è detto, di metri 0,09, nella lunghezza che si misura di chilometri 23, il letto del Canale-della-botte assume in questo punto l'altezza di metri $1,98 + 23 \times 0,09 = 4,05$, e disponendosi la piena con una altezza viva di metri 2,54 sul letto, assumerà il pelo di questa l'altezza di metri $4,05 + 2,54 = 6,59$.

Osserveremo or qui che il segno riportato nell'idrometro regolatore, che permette al III circondario lo scarico di Riolo e Calcarata, corrisponde a metri 6,73: vedesi quindi come andrà non solo a restare perennemente libero a questo circondario il deflusso dei proprii scoli, ma godrà pure di qualche ribasso di pelo, anche in evenienza di massima piena nel condotto generale degli scoli.

Rimontando ancora il Canale-della-botte dall'idrometro regolatore alla botte sotto la Savena per una lunghezza che si misura di chilometri 6,00, coll'avvertita cadente di metri 0,16, il letto sistemato di questo canale assumerà a valle della botte l'altezza di metri $4,05 + 6 \times 0,16 = 5,01$, e poichè come si è veduto la piena assume in questo tronco un'altezza viva di metri 2,15 sul letto, il pelo di questa a valle della botte sotto la Savena monterà all'altezza di metri $5,01 + 1,93 = 6,94$. Monta invece adesso la piena fino anche a metri 8,70, e vedesi quindi quale rilevante benefizio si verrà a godere fatta che sia la sistemazione di questo Canale-della-botte ed aperto il nuovo condotto generale degli scoli.

28. Rimontando dalla Beccara pel Sejarino-nuovo fino alla botte sotto l'Idice nella lunghezza che si misura di chilometri 9,00 colla cadente di metri 0,10, il letto acquisterà a valle della botte l'altezza di metri $1,98 + 0,90 = 2,88$, ed assumendo il pelo della piena del Sejarino, come si dedusse, l'altezza di metri 2,51 sul letto, il pelo della piena monterà a valle della botte all'altezza di metri $2,88 + 2,51 = 5,39$. Or osserveremo che la giacitura de' bassi fondi che qui si bonificano colle piene dell'Idice e della Quaderna corrispondono all'altezza dai metri 5,50 alli metri 7,00 sull'orizzontale Brighenti; scorgesi quindi che il pelo della piena del Sejarino resterà pur sempre depresso sotto i più bassi fondi che or sono in colmata.

29. Come si è dimostrato, lo scarico della piena attraverso la botte sotto l'Idice induce un salto di pelo da monte a valle di metri 0,14, e conservando lo stesso salto anche nella disposizione di letto, acquisterà questo a monte della botte l'altezza di metri $2,88 + 0,14 = 3,02$. E rimontando con tale altezza da questa botte all'origine del nuovo Garda-Menata sopra una lunghezza di chilometri 2,4 e con cadente, come si disse, di metri 0,12, avrà al suo incile questo nuovo

condotto l'altezza di letto di metri 3,02 + 2,4 × 0,12 = 3,31; e poichè il pelo della piena abbisogna per lo scarico di un'altezza viva di metri 2,20 sul letto, monterà il pelo di questa metri 3,31 + 2,20 = 5,51 sull'orizzontale della livellazione.

Or osserveremo che il pelo ordinario e quasi direbbesi di magra del Garda-Menata conservasi attualmente a metri 5,77 sull'orizzontale della livellazione, e scorgesi conseguentemente quanto grande riuscirà il beneficio da attendersi da questa sistemazione di scoli, ottenendosi che il pelo della massima piena resti inferiore all'attuale pelo ordinario e magro di questi scoli.

30. Nel determinare le altezze che il pelo della piena assumerà nei varii tronchi di condotto, abbiamo supposto che il deflusso della piena stessa si faccia con moto equabile ed uniforme, ma ciò non può mai avvenire, o per lo meno assai difficilmente.

Il deflusso di una piena di scoli o trova il recipiente nel quale sbocca povero d'acqua, depresso di pelo, ed obbedisce in allora alla chiamata di sbocco, e si assottiglia d'altezza viva mano mano che discende; o viceversa trova il recipiente gonfio d'acqua ed alto di pelo, e restando la piena regurgitata assume un'altezza viva sul letto superiore a quella che spetterebbe al moto uniforme, e che risulta sempre maggiore mano mano che discende proporzionatamente alla misura dell'effettiva altezza di regurgito che trova allo sbocco.

Questo secondo caso, come il più sfavorevole allo scarico degli scoli, vorrebbe essere anche specialmente considerato. Se non che su di quest'argomento ci è pur d'uopo avvertire che il recipiente Primaro non si gonfia e non monta alto di pelo che in effetto delle piene che vi portano li torrenti che in esso confluiscono, e le piene di questi sono sempre di poche ore di durata, e subito ribassano. Si è già avvertito che la piena degli scoli che raccolgonsi nel condotto generale se ha qualche maggior durata, succede anche qualche giorno dopo la piena delli torrenti. Non può quindi giammai avvenire il caso di una piena contemporanea in Primaro e nel condotto degli scoli. Ma se ciò non può avverarsi può non pertanto avvenire che il Primaro si conservi lungamente morbido. Potrebbesi dunque, come caso il più sfavorevole, ammettere che esso si mantenga ad un'altezza di metri 1,20 al disopra del suo pelo ordinario, che mediamente corrisponde nelle vicinanze di Sant'Alberto a metri 1,30 sull'orizzontale della livellazione Brighenti, sicchè l'altezza di pelo più sfavorevole nel recipiente Primaro può tutto al più essere assunta di metri 2,50 sull'orizzontale Brighenti, ossia sulla soglia della grande chiavica di sbocco del condotto generale degli scoli, che appunto coincide, come si disse, coll'orizzontale della livellazione.

31. Or siccome il pelo della piena nel condotto generale degli scoli, come si dimostrò, assume un'altezza viva di metri 2,77 sul letto, e quindi anche sulla soglia della chiavica, è chiaro che la piena, lungi dal restare regurgitata, troverà un favorevole invito di sbocco, che ne ribasserà il pelo.

E pertanto considerato questo come il caso più svantaggioso che possa avverarsi, abbiamo calcolato come verrà a disporsi il pelo della piena tutto lungo l'asta del nuovo condotto generale e suoi influenti obbedendo a tale invito di sbocco.

Questa disposizione graficamente rappresentata sul profilo di livellazione (*Tav. IV*), mentre accorda un ribasso di pelo di m.[1] 0,27 sotto quello che assumerebbe con moto uniforme al punto di sbocco, si limita a soli metri 0,05 all'incile del nuovo condotto alla Beccara–nuova, cioè assume un'altezza viva sul letto di metri 2,75. E poichè questa è superiore a quella di metri 2,54 competente al deflusso della piena con moto uniforme nel Canale-della-botte, e del pari a quella di metri 2,51 che abbiamo desunto per lo scolo Sejarino, ne succede che questi condotti ne soffrono un qualche regurgito, del quale abbiamo pur tenuto conto nel calcolo delle altezze di pelo della piena.

32. Passando ora ad occuparci degli altri condotti di scolo del Ravennate, che restano a valle della confluenza di Sillaro, e che, come si è detto, si divisa di raccogliere in altro secondo condotto generale da aprirsi a destra del fiume, accenneremo che essi appartengono alli circondarii VII, VIII, IX e X.

Il primo di questi condotti è lo scolo Zaniolo, che riceve le acque dell'altro piccolo scolo il Gambellara, e sbocca in Sillaro poco a monte della confluenza di questo fiume-torrente in Primaro. A questo scolo è d'uopo aprire un nuovo alveo, che costituirà il primo tronco del nuovo condotto generale degli scoli che si apre sulla destra del fiume.

Il secondo grosso canale di scolo che si riscontra fra la confluenza del Sillaro e quella del Santerno si è il Bonacquisto, che ingrossato poi dal Fossatone e dal Bonacquisto-nuovo, attualmente sbocca in Primaro tosto a monte della confluenza del Santerno. Le acque del Bonacquisto si vogliono unire a quelle che per lo nuovo condotto or accennato vi porta il Zaniolo, dandovi poi continuità con ispeciale botte sotto il Santerno, portandole cioè da sinistra a destra di questo fiume-torrente.

33. Poco sotto la confluenza del Santerno, e conseguentemente poco a valle dell'avvertita nuova botte, incontrasi lo scolo Ipo, che corre a poca distanza e parallelo al Primaro fino ad unirsi al Canalino di Fusignano per confluire colle acque di questo in Primaro.

Vuolsi per tanto ampliare e sistemare lo scolo Ipo per modo che possa servire di continuità al nuovo condotto generale degli scoli, divertendolo dall'attuale suo sbocco in fiume, e prolungando il condotto stesso sempre parallelamente al fiume per ricevere anche le acque del grosso Canal-Vela, e quindi gli altri scoli minori le Alfonsine, il Rasponi ed il Calcagnini, che tutti attualmente hanno speciali sbocchi in Primaro, dal quale verranno per tal modo tolti, raccogliendoli così tutti nel nuovo condotto generale fino a raggiungere la confluenza del Senio.

Quivi con altra botte sotto il Senio stesso è d'uopo dare continuità al nuovo condotto da sinistra a destra del fiume-torrente.

Poco a valle di questa botte il nuovo condotto dovrà pur raccogliere le acque del grosso scolo il Fossovecchio, che attualmente confluisce in Primaro immediatamente a valle della foce del naviglio di Bagnacavallo, che, come si dirà in appresso, va esso pure immesso nel nuovo condotto generale, e che potrà così del pari e meglio servire agli usi della navigazione.

In fine, dall'or accennata confluenza di Fossovecchio il nuovo condotto verrà prolungato fino a trovar foce in Primaro a Sant'Alberto in vicinanza all'attuale sbocco del piccolo scolo Ospizio, che pur raccogliesi nel condotto stesso.

34. Fin qui siam venuti enumerando tutti li condotti che sboccano in Primaro inferiormente alla confluenza del Sillaro, e che strettamente servono all'officio di scolo delle campagne. Ma oltre questi confluiscono in Primaro altri tre condotti d'acqua erogata che servono ad animare varii appostamenti di opifizii, ed uno di questi che serve ben anche agli usi della navigazione.

Non si disconosce che questi condotti d'acqua corrono talvolta un po' torbidi, ma trattandosi che dall'erogazione al punto di sbocco percorrono un lungo cammino dalli venticinque alli trentacinque chilometri, trattandosi di acque la cui erogazione dal fiume-torrente va regolata e soppressa in momento di piena, cioè quando le sue acque sono maggiormente cariche di torba, trattandosi che, imbrigliato com'è il corso di queste acque con tanti appostamenti di opifizii, esse non possono conservare che una povera velocità, e devono quindi fra via deporre le proprie torbide, per modo che all'ultimo sbocco, come in fatto avviene, non portano che finissima lezza, della quale non si spogliano che forse in mare, per tutte siffatte considerazioni, e ben ancora avuto riguardo alla piccola portata delle acque stesse, si possono introdurre nel nuovo condotto generale degli scoli senza timore di contingibile interrimento d'alveo.

35. La prima gora d'acqua è quella erogata dal Santerno nelle vicinanze d'Imola, che lungo il suo corso di oltre quarantacinque chilometri anima quindici

appostamenti di mulini, l'ultimo de' quali cade tosto a monte del suo sbocco in Primaro, che resta poco a valle dello sbocco del Zaniolo in Sillaro.

Gli interrimenti di letto, che si potessero temere in Primaro, in effetto della deviazione di Reno in Po, potrebbero essere notevoli soltanto nella situazione immediatamente inferiore all'attuale confluenza di Sillaro ed a quella dell'Idice e Quaderna, che uniti si immettono in Primaro. E non saprebbesi porre in dubbio, che l'avvertito appostamento di mulini, che gode di piccol salto d'acqua, andrebbe infallibilmente perduto qualora si volesse conservare in Primaro lo sbocco delle acque di questo condotto. Per conservare officioso questo appostamento di mulini importa quindi di immetterne lo sbocco nel nuovo condotto generale degli scoli, con che si ottiene anche di grandemente accrescerne la caduta.

Ma a tal uopo è anche inevitabile il bisogno di dover ricostruire detto appostamento di mulini alquanto a monte dell'attuale sua situazione. E non è a dubitarsi che l'aumento di forza motrice, che si va a guadagnare col più alto salto d'acqua, sopperirà largamente alla spesa di ricostruzione delli mulini stessi.

La seconda condotta d'acqua erogata dal Senio presso Castel Bolognese scende pel Canalino di Fusignano, e con un lungo corso di circa quaranta chilometri dalla sua origine confluisce in Primaro poco a monte dello sbocco di Canal-Vela. Anche questa anima molti appostamenti di mulini, e l'introduzione delle sue acque nel condotto generale degli scoli non richiede nessun speciale provvedimento.

In fine, la terza condotta d'acqua è quella che, erogata dal Lamone, costituisce il Canal-grande di Faenza, che, dopo aver animato tre mulini e varii altri opifici, scende a formare il naviglio di Bagnacavallo, e con un lungo corso di ben trentacinque chilometri confluisce in Primaro, dopo aver animato cinque mulini ed una pila da riso fra Faenza e Bagnacavallo, ed altri tre inferiormente fino alla sua confluenza tosto a monte dello sbocco dello scolo Fossovecchio. Indipendentemente dalla chiavica di sbocco questo naviglio va provveduto alla sua confluenza in Primaro di un sostegno a conca, a lato del quale sta l'ultimo appostamento de' mulini.

Non si può aprire il nuovo condotto generale degli scoli conservando nelle attuali condizioni questi due manufatti di sostegno a conca e di appostamento de' mulini. Il nuovo condotto servirà benissimo alla continuità del naviglio discendente in Primaro, ma è d'uopo ricostruire alquanto più a monte il sostegno a conca per rimontare dal condotto degli scoli nel naviglio di Bagnacavallo, e di ricostruire del pari l'appostamento de' mulini, che verrà non poco a guadagnare di salto d'acqua, e conseguentemente ad acquistare maggior forza motrice.

36. Raccolti così nel condotto generale tutti gli scoli e condotte d'acque, cessano naturalmente dal loro officio le tante chiaviche di sbocco di questi scoli in Primaro, locchè non poco gioverà alla stabilità ed alla più sicura difesa dell'arginatura destra del fiume nella quale sono appostate le chiaviche stesse, le quali talvolta furon sinistra causa di rotta.

Solo un'unica e grande chiavica, come si dirà in appresso, a tre luci di metri 6,00, è mestieri costruire allo sbocco di questo nuovo condotto generale a Sant'Alberto per impedire che le più alte piene del fiume non rimontino nel nuovo condotto generale.

37. Tutti gli avvertiti condotti di scolo nelle attuali condizioni sono sempre morbidi d'acque, non in effetto della propria portata, ma perchè l'altezza di letto e di pelo anche magro del fiume impedisce il loro deflusso per modo che ristagnando fanno impaludare vasti latifondi di bassa giacitura da essi attraversati.

38. Abbiamo già avvertito come, per favorire il deflusso degli scoli dei terreni anche di bassa giacitura, essenzialmente importi di tenere quanto è mai compatibile profondo il letto del nuovo condotto generale, ed abbiamo pur dimostrato che la soglia della grande chiavica di sbocco di questo condotto in Primaro a Sant'Alberto può e dev'essere regolata a metri 0,50 sotto l'orizzontale della livellazione Brighenti.

Or bene, esaminata la giacitura dei fondi da bonificarsi, e fatti gli opportuni studii e calcoli, si trova di assegnare al letto del nuovo condotto generale la cadente di metri 0,05 per chilometro rimontando dalla sfociatura in Sant'Alberto fino a valle della botte, che, come si disse, è d'uopo costruire sotto il Senio. Quella di metri 0,07 per chilometro rimontando dalla detta botte alla confluenza di Canal-Vela. Quindi la pendenza di 0,09 da detta confluenza fino all'altra botte sotto il Santerno. Ed infine quella di metri 0,12 a tutto il restante tronco di nuovo condotto rimontando fino alla confluenza dello scolo Zaniolo dove lo si diverte dal Sillaro.

39. Stabilite le differenti cadenti di letto dei varii tronchi di condotto, or resta a determinare la modalità di sezione del nuovo cavo d'alveo, e questa, come abbiamo fatto per gli scoli bolognesi, la regoleremo a norma della portata di piena che il condotto stesso deve scaricare nelli differenti suoi tronchi.

È quindi d'uopo premettere la ricerca di queste portate di piena, che qui pure dedurremo colli dati delle superficie di latifondo che tributano le proprie acque di pioggia alli differenti condotti di scolo mano mano che scendono nel condotto

generale, e per questa ricerca terremo ferma la portata che abbiamo desunto di metri cubi 0,00031 che tributa alla piena ogni ettare di terreno.

Circondario	CONDOTTO	SUPERFICIE	PORTATA	
		Ettari	Metri cubi	
VII.	Gambellara	4,534	1,40	
»	Zaniolo	13,387	4,15	
	Roggia de' mulini	»	1,50	
	1.° Tronco metri cubi	.....	7,05	7,05
VIII.	Bonacquisto	1,695	0,60	
	Fossatone	3,809	1,15	
	Bonacquisto nuovo	1,793	0,60	
			2,35	2,35
	2.° Tronco metri cubi	.....	.....	9,40
IX.	Ipo	1,753	»	0,55
	3.° Tronco metri cubi	.....	.....	9,95
»	Roggia de' mulini di Fusignano	»	»	0,75
	4.° Tronco metri cubi	.....	.....	10,70
»	Canal-Vela	18,630	5,75	
»	Scolo Alfonsine	1,205	0,35	
			6,10	6,10
	5.° Tronco metri cubi	.....	.....	16,80
	Scolo Rasponi	412	0,15	
	Scolo Calcagnini	640	0,20	
			0,35	0,35
	6.° e 7.° Tronco metri cubi	.....	.....	17,15
	Naviglio di Bagnacavallo	»	»	1,25
X	Scolo Fossovecchio	17,732	»	5,50
	Scolo Ospizio	940	»	0,10
	8.° Tronco della totale portata m. c.	.....	.....	24,00

40. Stabilite le cadenti di letto che si assegnano al condotto generale, desunte le portate di piena che deve scaricare nelli varii suoi tronchi, e ritenuto di regolare la sezione del nuovo alveo con scarpe pendenti in ragione sesquialtera dell'altezza, per stabilire le larghezze di letto da darsi ai varii tronchi osserveremo, che in istato ordinario il pelo dello scolo Fossovecchio resta all'altezza di metri 2,05 sull'orizzontale della livellazione.

Ora regolando, come si disse, lo sbocco del nuovo condotto a Sant'Alberto con profondità di soglia di metri 0,50 sotto l'orizzontale stessa, e rimontando da questo punto con cadente di letto di metri 0,05 per chilometro, misurandosi una

distanza di 3 chilometri dalla confluenza di Fossovecchio a Sant'Alberto, il letto del nuovo condotto assumerà alla confluenza stessa un'altezza di metri 0,35 sotto l'orizzontale, e quindi il pelo ordinario attuale di Fossovecchio corrisponderebbe ad un'altezza di metri 2,05 + 0,35 = 2,40 sul letto del nuovo condotto. Sicchè quando si regoli la sezione d'alveo di questo per modo che possa scaricare la propria portata di piena desunta di metri cubi 24, con un'altezza viva sul letto di metri 2,40, si otterrà che il colmo della piena stessa non monti punto superiore all'altezza che nelle attuali condizioni conserva in istato ordinario e magro di acqua; lo che assicura esuberantemente la felicità di scarico degli scoli. Ed a tal uopo è mestieri regolare il condotto colla larghezza di metri 18 di letto da assegnarsi a tutto il tronco dalla confluenza di Fossovecchio alla grande chiavica di sbocco, che, come si disse, devesi costruire a Sant'Alberto. E questa grande chiavica verrà perciò regolata a tre luci della larghezza ciascuna di metri 6,00.

41. Ora perchè tutto lungo il condotto generale possa la piena scaricarsi compatibilmente con un corso di moto uniforme, conviene che conservi anche uniforme altezza viva di pelo sul letto; conseguentemente le larghezze da darsi ai differenti tronchi di condotto vogliono essere regolate per modo che possano scaricare le corrispondenti portate di piena conservando ad un poco presso la stessa altezza viva di pelo sul letto, o quanto meno con piccola decrescenza rimontando, trattandosi che, come vedremo, in istato ordinario d'acque del recipiente Primaro, la piena degli scoli troverà un sempre favorevole invito di sbocco che assottiglierà l'altezza viva verso lo sbocco stesso.

Guidati da queste considerazioni con apposito calcolo abbiamo desunto le larghezze di letto che or qui riportiamo per li differenti tronchi del condotto generale.

TRONCO DI CONDOTTO DALLA CONFLUENZA DI	LUNGHEZZA	PORTATA	CADENZE	LARGHEZZA	ALTEZZA
	Chilometri	Metri c.	Metri	Metri	Metri
Zaniolo a quella di Bonacquisto	7,16	7,05	0,12	2,50	2,16
Bonacquisto a quella dell'Ipo	0,70	9,40	0,09	4,50	2,25
Ipo a quella del canal di Fusignano	5,30	9,95	0,09	4,50	2,32
Canal di Fusignano a quel del canal Vela	1,70	10,70	0,09	5,00	2,32
Canal Vela a quella dello scolo Rasponi	1,10	16,80	0,07	10,50	2,32
Scolo Rasponi alla botte di Senio	2,20	17,15	0,07	10,50	2,35
Botte di Senio alla confluenza di Fossovecchio	1,50	17,15	0,05	12,50	2,38
Fossovecchio alla foce a Sant'Alberto	3,10	24,00	0,05	18,00	2,40

42. Colle dimensioni di larghezza e cadente di letto così stabilite per li differenti e successivi tronchi del nuovo condotto generale degli scoli è fuori

di quistione, che rilevantissimo va a farsi il beneficio di più felice deflusso dei scoli, non solo in confronto delle altezze cui attualmente montano le piene delli differenti scoli, ma ben anche rispetto alle altezze che conservano in adesso allo stato ordinario da noi assunto di norma.

Ciò succede fintantochè il deflusso della piena può farsi con moto uniforme lungo l'asta del condotto, ma, come si ebbe ad osservare, ciò difficilmente può avverarsi, perchè secondo lo stato d'altezza di pelo del recipiente Primaro il deflusso obbedisce, in istato basso del recipiente, alla chiamata di sbocco, o viceversa soggiace a rigurgito, trovando un più alto stato di pelo in Primaro.

43. Si è avvertito, che in istato ordinario d'acqua il Primaro a Sant'Alberto conserva un'altezza di pelo mediamente di metri 1,30 sull'orizzontale della livellazione, e quindi metri $1{,}30 + 0{,}50 = 1{,}80$ sulla soglia della grande chiavica. E poichè, come si è dimostrato, il pelo della piena del condotto generale assume un'altezza viva sul letto e sulla soglia stessa, colla quale collima, di metri 2,40, è chiaro che in istato ordinario d'acque di Primaro la piena de'scoli trova grande chiamata di sbocco che deve portare un sentito ribasso di pelo in confronto delle altezze da noi determinate con riguardo ad un deflusso d'acque di moto equabile. Ma abbiamo anche avvertito come caso il più sfavorevole quello che possa il Primaro conservare in istato morbido le sue acque a metri 1,20 sopra il pelo ordinario, cioè a metri 2,50 sull'orizzontale della livellazione durante il deflusso della piena de' scoli.

In questo stato il Primaro assume un'altezza di pelo di metri $2{,}50 + 0{,}50 = 3{,}00$ sulla soglia della grande chiavica a Sant'Alberto, ed induce conseguentemente un rigurgito di metri $3{,}00 - 2{,}40 = 0{,}60$ al deflusso della piena, e questo porta di conseguenza un qualche rialzo sulle altezze vive da noi dedotte in considerazione del moto uniforme. Naturalmente tale maggior rialzo, che assume il pelo della piena regurgitata, deve farsi sempre minore a misura che si rimonta l'asta del condotto dallo sbocco all'insù.

Tenendo conto di questo caso più sfavorevole, come abbiamo fatto per gli scoli bolognesi, anche per questi ravennati abbiamo determinato come si disporrà il pelo della piena tutto lungo l'asta del condotto in effetto dell'avvertita misura di regurgito allo sbocco in Sant'Alberto.

Il risultamento di siffatti calcoli è graficamente riportato sul profilo di livellazione (*Tav.* V) che rappresenta appunto il pelo della piena regurgitata, e tale grafica dimostrazione certamente ci dispensa da ogni ulteriore osservazione sull'eminente beneficio che andranno a godere gli scoli quando anche si combini la circostanza di piena regurgitata.

44. Com'ebbesi ad avvertire, è d'uopo dare continuità al nuovo condotto generale de' scoli con due botti, l'una sotto il Santerno, l'altra sotto il Senio.

Il Santerno gode di una rilevantissima larghezza d'alveo fra gli argini di contenimento delle piene. E richiederebbesi una lunghezza di botte veramente grande, quando fosse necessario di conservare all'alveo tanta ampiezza di sezione.

Ogni fiume, ogni torrente regola la propria sezione d'alveo con leggi dipendenti dalla portata delle proprie piene, dalla cadente di letto che gode, e da quella che può assumere il pelo delle sue piene. Se l'uomo vi assegna una sezione d'alveo superiore al bisogno, ben presto il fiume, o il torrente, interrendola la restringe.

Così in fatto avvenne nel fiume-torrente Santerno, sistemato con argini di contenimento delle sue piene molto lontani. Fu certamente ottimo provvedimento quello di non marginarlo che con lontani argini, in quanto che meglio giovò a garantire la sicurezza e stabilità di questi. Ma ne venne la conseguenza, che assai rapidamente il fiume-torrente interrendo l'ampio alveo formò delle alte golene, che, mentre valgono di utilissimo presidio agli argini, lasciano poi solo una stretta sezione d'alveo fra esse, ch'è quella che strettamente serve allo scarico della portata della piena; perciocchè ben povera e sempre di poco momento è la quota d'acqua che lentamente scarica spagliandosi sulle golene.

Ciò si volle osservare per fare emergere come non è punto necessario di conservare tanta ampiezza d'alveo al sito dove devesi costruire la botte, e tanto meno in quanto che viene questa a cadere in sito assai prossimo alla confluenza del fiume-torrente in Primaro.

Se pertanto col tenere gli argini più vicini si impoverisce la larghezza delle golene, si potrà e dovrà tenere un po' più ampia la larghezza vera dell'alveo fra le golene stesse che sta sotto il piano di queste, con che anche tenendo più vicini gli argini si supplirà egualmente allo scarico di quella quota di portata di piena che attualmente si spaglia sulle più ampie golene, senza timore di contingibile maggior altezza di piena.

L'attuale larghezza media dell'alveo di Santerno fra le golene, che resta sotto il piano di queste, è di metri 35, e la distanza fra ciglio e ciglio interno degli argini è di metri 111. Restringendo le golene al sito dove devesi costruire la botte si assegna agli argini la distanza fra loro di metri 70, svasando l'alveo fra le golene stesse ad una media larghezza di metri 40 circa. Con ciò, avuto riguardo alla larghezza di corona degli argini, ed alle casette da doversi costruire per la custodia e manovra delle travate colle quali vuolsi presidiare a monte ed a valle le bocche della botte, il manufatto assume da fronte a fronte dell'imbocco e sbocco una lunghezza di metri 90.

Data tale lunghezza di canna, data la portata di metri cubi 9,40 di piena che deve scaricare questa botte, e stabilito di assegnare alla sezione della canna l'area di metri quadrati 6,50, si deduce che lo scarico della piena indurrà un battente di pelo da monte a valle della botte stessa di metri 0,185.

Quanto all'altra botte sotto il fiume-torrente Senio, senza apportare certo restringimento alla sezione dell'alveo, assume il sifone dall'imbocco alla sbocco una conveniente lunghezza di soli metri 72, e dovendo scaricare, come si è dimostrato, una portata di piena di metri cubi 17,15, si divisa di costruire questa botte a due canne ciascuna della luce assegnata a quella sotto il Santerno, e quindi la sommata luce di queste risultando di metri quadrati 13, si desume che lo scarico della piena indurrà un battente di pelo di metri 0,152 da monte a valle della botte stessa.

Qui abbiamo cercato il battente di pelo che verrà a formarsi da monte a valle, assunto il dato dell'area della sezione che si assegna alla luce delle canne; ma per il fatto avevamo prima risolto il quesito inverso, cercando invece quale area di sezione dovevasi dare a queste canne onde ottenere un moderato battente da non recare punto pregiudizio al deflusso della piena de' scoli.

45. Per sottopassare l'alveo delli due torrenti è d'uopo condurre a sifone le canne e platea di queste botti, sicchè per rispetto al Santerno si stabilisce di portare la platea nella parte di mezzo orizzontale che attraversa l'alveo del torrente a metri 0,45 sull'orizzontale della livellazione, e di regolare la soglia all'imbocco a metri 0,93, e quella allo sbocco a metri 0,77 sull'orizzontale stessa, costruendo poi rampante la platea e la volta fra la parte orizzontale sotto l'alveo e le soglie all'imbocco ed allo sbocco.

E per rispetto al Senio fa d'uopo portare la parte orizzontale delle due canne sottopassanti l'alveo del torrente a metri 1,60 sotto l'orizzontale della livellazione per rimontare rampante verso la soglia dell'imbocco a metri 0,12, e verso quelle di sbocco a metri 0,27 sotto l'orizzontale stessa.

46. Come si disse queste botti si presidieranno con travate all'imbocco ed allo sbocco per provvedere alla chiusura delle bocche di dette canne onde prevenire i casi che una disgraziata rotta del fiume non apporti troppo grande afflusso d'acqua, che potrebbe compromettere la stabilità della botte stessa.

Conseguentemente era d'uopo accollare alla botte due casette all'imbocco ed allo sbocco per la custodia delle travate e per la manovra di chiudimento ed apertura di esse.

47. Per questa sistemazione di scoli, oltre le ora avvertite due botti, sono pure di molta rilevanza le due grandi chiaviche di sbocco delli condotti in Primaro.

Questi manufatti devono ad un tempo servire come ponte per la continuità delle comunicazioni che resterebbero tolte coll'apertura del condotto de' scoli, e come sostegno per impedire che le contingibili piene del fiume non rimontino nel condotto ad allagare le campagne.

A tal uopo si presidiano queste chiaviche con porte a vento, che spontaneamente si chiudano ad ogni intumescenza del fiume, ogniqualvolta cioè il pelo d'acqua del fiume supera l'altezza viva del condotto de' scoli. E di più si presidiano ancora con una travata retro alle porte da chiudersi quando il fiume monti in alta piena superando le porte.

48. Queste travate ordinariamente si costruiscono di legno, e succede che ciascuna trave avendo un peso specifico minore dell'acqua, galleggia quando la si cala, e non discende a posto che caricandola colla soprapposizione delle une sulle altre, onde avviene bene spesso che la pressione dell'acqua contro le travi stesse porta tale attrito sugli incastri *(gargami)* entro de' quali trascorrono, e contro de' quali poggiano, che male obbediscano alla discesa. Sicchè non di rado accade, che assai difficilmente si ottiene la interclusione delle travate.

Quest'accidente, in cui le travi libere le une sulle altre non discendano orizzontali e s'incastrino fra i gargami, è tanto più facile ad accadere quanto più son lunghe le travi, sì che potrebbon anche dalla violenza dell'acqua venir forse spostate fuor dei gargami.

Le travate di legno si chiudono dall'alto al basso, e ben più facile, più pronta, più sicura riuscirebbe l'interclusione quando la si potesse eseguire dal basso all'alto, quando cioè ciascuna trave venga a prendere il definitivo suo posto sino dal momento che la si cala abbasso. Perciò richiederebbesi che la trave abbia un peso specifico superiore a quello dell'acqua.

Già in adesso con grande vantaggio in molte costruzioni si sostituisce il ferro al legno, e perciò ci siamo occupati a dimostrare come opportunamente potrebbesi costruire di bandone di ferro le travi che servir devono all'interclusione delle bocche di queste grandi chiaviche, nel caso che un tale partito potesse essere accolto. Ed abbiamo anche aggiunto qualche disegno del meccanismo per calare a posto e levare d'opera le travi, riservandoci al caso di dare più minuti dettagli di costruzione.

49. Non ommettiamo per altro di qui osservare, che senza ricorrere alla dispendiosa costruzione delle travi con bandone di ferro si può anche con travi

di legno ottenere che discendano a posto mano mano che si calano in opera. A tal uopo conviene che dette travi abbiano un peso specifico superiore a quello dell'acqua, e ciò facilmente lo si ottiene coll'adoperare una qualità di legno, qual sarebbe la quercia, che ha un peso specifico pochissimo inferiore a quello dell'acqua, e coll'applicare in queste un addizionale peso di piombo che valga a renderle di peso specifico superiore a quello dell'acqua.

50. Esposte così le considerazioni generali, che ci servirono di guida nel concretare il piano dei lavori da eseguirsi per la radicale sistemazione degli scoli bolognesi e ravennati, ci riporteremo del resto quanto alli dettagli di ogni singolo lavoro alli relativi disegni di grafica rappresentazione, ed alle speciali descrizioni unite a corredo del piano stesso.

PROGETTO DI SISTEMAZIONE

DEL COLATORE BURANA E DEL NAVIGLIO DI PO DI VOLANO

PROGETTO DI SISTEMAZIONE

DEL COLATORE BURANA E DEL NAVIGLIO DI PO DI VOLANO

PREMESSE

1.° Il gran colatore Burana da lontana epoca ha mai sempre servito a raccogliere le acque del vasto territorio compreso fra la Secchia, il Panaro ed il Po.

Confluiva anticamente in Po di Ferrara, che poco a valle della città bipartivasi nei due rami di Primaro e di Volano; ed in allora il Burana si prestava anche all'esercizio di buona navigazione.

2.° Ma, avvenuta alla Stellata la deviazione del gran fiume, che assunse il nome di Po di Venezia, e progressivamente perciò interritosi il Po di Ferrara, che restava mano mano abbandonato, e rialzatosi di conseguenza il letto di Panaro, per modo da assumere corso a ritroso per entro il vecchio alveo di Po, portando così la propria confluenza nel nuovo Po di Venezia, il colatore Burana non potendo conseguentemente ottenere scarico alle proprie acque che in Panaro di letto notevolmente rialzato, non è a dirsi quanto grave pregiudizio gliene derivasse, e come vasti territorii anticamente di fertile coltivazione restassero conseguentemente per ristagno d'acque sempre più convertiti in isterili paludi.

3.° Nello stringente assoluto bisogno di meglio provvedere agli scoli di tanto vasto latifondo, fino dal secolo decorso si agitarono varii progetti di sistemazione, che avrebbon dovuto consistere o nel procurare loro un più diretto ed immediato scarico in Po di Venezia alla Stellata, con qualche accorciamento di linea e conseguentemente maggiore cadente di pelo, oppure con botte sottopassante il Panaro per mandare le acque di Burana nel naviglio di Po di Volano.

4.° La disgraziata circostanza che alla bonificazione di questo vasto latifondo erano cointeressati tre differenti Stati, il Pontificio, l'Estense e l'Austriaco, ha fatto sì che non si venne mai al partito di eseguire un'opera qualsiasi.

Ma al principio di questo secolo costituitosi il nuovo Regno d'Italia, la ferma volontà di Napoleone il Grande, creatosene re, nel decretare la immissione di Reno in Po ordinava eziandio che le acque di Burana si conducessero con botte a sottopassare il Panaro ed il Reno nuovo, e che queste acque andassero ad immettere nel Po di Volano unitamente a quelle degli scoli inferiori del Canalino di Cento e dell'Angelino che si raccolgono nel Poatello, del Savenuzza, del Tassone e di altri.

5.° Subito si diede mano all'opera, e la botte sotto Panaro è già costruita, bene conservata, nè per renderla operativa d'altro abbisogna che del compimento delle ali all'imbocco ed allo sbocco, e delle casette di custodia e manovra delle travate, colle quali consideravasi di poter contingibilmente intercludere le bocche delle canne della botte stessa.

6.° Le difficoltà incontrate nel piantare la fondazione dell'altra botte sotto Reno nuovo hanno fatto sì, che questa non è che appena incominciata, essendo stato sospeso, poi affatto abbandonato ogni progredimento d'opera. Colla caduta del Regno d'Italia tornata la pristina divisione di Stati non si venne più ad alcun deliberato provvedimento.

7.° Però pressante essendo il bisogno di provvedere agli scoli del vasto territorio, replicatamente furono tentate trattative per la sistemazione del colatore Burana, e venne pure istituita una Commissione internazionale d'ingegneri pontificii, estensi ed austriaci, che compilò un progetto per attivare la botte sotto il Panaro, e condurre le acque di Burana, o separatamente o congiunte a quelle del Tassone, ad immettersi nel naviglio di Po di Volano. Ma per le difficoltà d'un comune accordo fra li diversi Stati sulle proposizioni di progetto tenuta in sospeso ogni deliberazione, fu ordinata invece la compilazione di un secondo progetto per divertire il colatore Burana e condurlo direttamente in Po alla Stellata.

8.° Felicemente ricostituitosi il Regno d'Italia, può ora il Governo liberamente e senza inciampi provvedere alla importante bonificazione del vasto territorio in questione. E pertanto dovendosi in adesso riprendere gli studii di quest'opera, gioverà da prima far conoscere l'insufficienza del partito di condurre lo scarico delle acque di Burana in Po di Venezia alla Stellata.

9.° Da esatti rapporti di livellazione raccogliesi che le basse valli bondesane, che pel consorzio di Redena portano le proprie acque in Burana, del pari che quelle dei serragli di Carbonara e di Pilastri, giaciono ad un'altezza di suolo che riferito al pelo di guardia di Po a Pontelagoscuro mediamente corrisponde a metri 3,75 sotto la guardia stessa. Sicchè quando il pelo del fiume tocca detta altezza, impedito lo scarico in fiume, le avvertite valli di Redena, di Carbonara, di Pilastri, restano inevitabilmente allagate.

10. Ora l'illustre idraulico Lombardini fa conoscere, che consultate le osservazioni idrometriche pel corso di ventun'anni, dal 1827 al 1847 compreso, risulta che pel periodo di 150 giorni, ossia di cinque mesi, dalla metà di aprile a quella di settembre, le acque di Po si conservarono per un termine medio di ben 115 giorni superiori all'avvertita altezza di metri 3,75 sotto guardia. E nel decorrere di cinque speciali anni del considerato periodo il pelo di Po stette superiore all'avvertito limite per tutto l'intiero corso dei 150 giorni, ossia per tutti li 5 mesi compresi fra la metà di aprile e quella di settembre.

11. Ond'è che senza negare un qualche beneficio che si conseguirebbe coll'immettere lo scarico del colatore Burana direttamente in Po di Venezia alla Stellata, in confronto dell'attuale suo sbocco in Panaro a Bondeno a circa sei chilometri a monte della confluenza di questo fiume in Po, tale beneficio risulterebbe pur sempre ben meschino, e poco commisurato colla spesa cui impegnerebbe l'opera, quando si abbia riguardo alle difficoltà di scarico causate dalle piene e morbide del gran fiume.

12. È quindi evidente che se avvi possibilità di bonificazione del vasto territorio in questione, sta essa soltanto nell'aprire uno scarico alle sue acque indipendente dalli fiumi Panaro e Po, come appunto si considera coll'altro progetto di condurle a sottopassare il Panaro ed il Reno-nuovo per iscaricarle poi nel naviglio di Po di Volano.

13. Questo naviglio, animato dalle povere perenni acque che vi porta il Canalino di Cento, serve nel tempo stesso di condotto allo scarico delle piene che nelle stagioni di dirotte ed insistenti pioggie vi portano il Canalino di Cento, l'Angelino, la Savenuzza, che si raccolgono in Poatello, ed il Tassone, e quegli scoli che riceve il ramo del Primaro da antico tempo abbandonato

Conseguentemente l'introduzione in Po di Volano delle nuove acque di Burana non può esser fatta che sotto condizione che non resti menomamente

pregiudicato il deflusso degli importanti scoli che attualmente portano le proprie acque nel naviglio stesso.

14. È pertanto evidente che gli studii di bonificazione del vasto territorio in questione non possono andar disgiunti da quelli di sistemazione del naviglio di Volano, per modo cioè che possa ricevere e scaricare innocuamente, oltre le piene degli scoli che attualmente vi confluiscono, anche quelle del colatore Burana che vi si vogliono aggiungere. E tale studio di sistemazione del naviglio è di tanto maggiore importanza inquantochè nelle attuali sue condizioni male anche si presta allo scarico delle sole piene dei proprii scoli, per modo che vi induce bene spesso pregiudicevole rincollo con allagazione delle campagne cui servono gli scoli stessi. Conseguentemente ci occuperemo da prima degli studii intorno alla

SISTEMAZIONE DEL NAVIGLIO DI PO DI VOLANO.

15. In effetto della deviazione del gran fiume avvenuta alla Stellata che costituì il Po di Venezia, fattosi sempre minore e cessato in fine ogni deflusso d'acqua nell'antico alveo di Po di Ferrara, non ricevendo più l'inferior ramo di Po di Volano se non che le acque di scolo delle campagne, li ferraresi, cui molto importava di conservare una qualche attiva comunicazione col mare, dovettero ricorrere al partito di convertire il detto ramo di Po di Volano a naviglio, sostenendone l'acqua con speciali chiuse a conca. Tre ne furono dapprima costruite, a Cona, a Valpagliaro ed a Tieni, ed una quarta ne fu poi aggiunta a Migliarino, detta perciò Sostegno nuovo, tutte disgraziatamente mal collocate entro viziate svolte.

16. È naturale supporre che in origine le soglie delle porte inferiori di ciascuna chiusa sieno state poste collimanti col letto primitivo del fiume, e che le soglie delle porte superiori sieno state portate più alte per modo da costituire il salto della chiusa, diretto ad ottenere una disposizione di pelo, ed in progresso pur di letto, come direbbesi a scaglioni, fra le successive chiuse.

Ma nell'assoluto abbandono di ogni cura di conservazione in cui è a credersi sia stato lasciato ne'suoi primordii questo naviglio, ed essenzialmente poi per la circostanza che esso serve anche all'officio di condotto per lo scarico di importanti scoli, tale e tanto è l'interrimento avvenuto che, lungi dal trovarsi con letto a piani scaglionati fra chiusa e chiusa, ha assunto una pressochè uniforme cadente che poco si scosta dagli undici agli otto centimetri per chilometro.

E le chiuse sono rimaste sprofondate in locali avvallamenti d'alveo, per modo

che l'acqua dal letto a monte della chiusa deve scendere nella conca per risalire sul letto a valle. E di più, il letto a valle delle chiuse è all'altezza stessa di quello a monte, o ben poco vi soggiace, ed all'ultima chiusa vi è ben anche superiore.

17. Questo naviglio, come si è detto, non è alimentato che dalle povere acque perenni del Canalino di Cento e dagli scoli Angelino, Savenuzza, Poatello, Tassone, non che dalle acque che raccolgonsi nell'alveo abbandonato di Primaro. In istato ordinario ha copia d'acqua che serve anche ad animare più o meno qualche ruota dei mulini accollati alle chiuse di Cona e di Valpagliaro; ma nelle stagioni asciutte è tanto povero d'acqua da mal sopperire nelle attuali condizioni agli stretti bisogni della navigazione. Viceversa, nelle stagioni piovose è così gonfio da dover servire non più all'officio di naviglio, ma sibbene a quello di condotto di scarico delle piene degli scoli che riceve.

18. Sicchè l'esercizio della navigazione deve perciò restare vincolato all'impregiudicato scarico degli scoli delle campagne. Ed a tal fine nella spalla sinistra delle porte superiori della prima chiusa di Cona avvi applicata una lapide detta *Stabile Muzzarelli*, la quale riporta una linea d'altezza che non dovrebbe mai essere superata dal pelo d'acqua del naviglio a monte della chiusa, essendo prescritto doversi spalancare o come dicesi *aprire in bando* e risoratore e porte quando l'acqua del canale giunge a toccare questo segno, affinchè non ne risentano pregiudicevole rincollo d'acqua gli scoli confluenti nel naviglio.

19. Nelle attuali condizioni però, ad onta delle porte e risoratore aperti, questo limite vien perfino d'un metro superato nella ricorrenza di dirotte e persistenti pioggie che gonfiano gli scoli. Ciò dipende non da insufficienza di luce della chiusa e risoratore, o da troppa elevatezza di soglie per iscaricare la piena, ma sibbene dal grande interrimento di letto e d'alveo del naviglio a valle e molto più ancora a monte della chiusa stessa.

Di fatto il limite di altezza di pelo d'acqua portato dallo stabile Muzzarelli (*V.* PROFILO DI LIVELLAZ., *Tav.* VII) corrisponde sull'orizzontale a	m. 12,275	12,275
e la soglia delle porte superiori di detta chiusa di Cona è ora	9,390	
Sicchè questa accorderebbe allo scarico della piena un'altezza viva	m. 2,885	
Ma per il fatto il letto del canale a monte della chiusa essendo interrito sino al livello di	m.	10,024
esso non accorda che un'altezza viva di	»	2,251

e perciò il detto limite viene bene spesso superato.

Da ciò evidentemente appare l'assoluta indispensabilità di un generoso scavo di approfondamento di letto, e viemaggiormente per ciò che in questo naviglio di Volano vuolsi immettere lo scarico anche delle acque del colatore Burana, la cui portata è superiore a quella di tutti assieme gli altri scoli che attualmente vi confluiscono.

20. Si ebbe già ad accennare come nei momenti di grande siccità questo naviglio va povero d'acqua per modo che, più o meno, ma pur sempre stentata riesce la navigazione. Su questo argomento importa di bene osservare che se nei detti momenti si difetta dell'altezza d'acqua necessaria alla navigazione, ciò essenzialmente dipende non da assoluta povertà di portata d'acqua degli scoli che alimentano il naviglio, ma sibbene dall'interrimento del suo letto che assume, come si disse, una cadente di otto ad undici centimetri per chilometro, assolutamente mal propria ad un naviglio alimentato da piccola copia d'acqua. Ond'è che, essendo troppo scarsa, essa, come direbbesi, scappa via, e se sostenuta dalle porte di una chiusa accorda a monte di questa l'altezza d'acqua necessaria alla navigazione, tale altezza va poi inevitabilmente a mancare in vicinanza della chiusa prossima superiore.

Siffatto inconveniente non può più succedere quando, come si progetta, venga regolato il letto del naviglio a piano poco men che orizzontale fra chiusa e chiusa.

21. Per poca che sia l'acqua che anima il naviglio, resta sempre colle porte contenuta nel proprio alveo, nè altra perdita avviene oltre a quella piccola quota che di volta in volta si vuota dal bacino ad ogni passaggio di barche e di quella ancora che si perde per qualche spandimento dalle porte e per evaporazione. Nè saprebbesi dubitare che a simili perdite di ben poca entità non possa abbastanza sopperire l'alimento d'acqua che perenne vi porta il Canalino di Cento, e il favorito scarico di tutti gli scoli sovraccennati oltre alla nuova immissione che vi si fa del Burana, tanto più che vuolsi tener conto della copia delle filtrazioni che per entro il profondo cavo che si apre per lo condotto maestro, verrà a tributarvi la grande estensione di territorio cui va a servire il condotto stesso.

In appóggio di queste considerazioni crediamo che non possa mai sorgere il bisogno di quella speciale erogazione d'acqua dal Po e dal Panaro che l'ingegnere Ferlini avrebbe progettata per animare il naviglio di Po di Volano ne' momenti di siccità. In ogni modo sarebbe da ricorrere a questo spediente soltanto quando venissero a fallire le accennate ragionevoli lusinghe di sufficienza d'acqua all'esercizio della navigazione.

22. Per questo naviglio si richiede che anche nei momenti di assoluta povertà d'acqua esso possa godere di una non minore altezza viva di metri 2 di pelo d'acqua sul letto, considerata necessaria all'immersione delle barche che vi navigano.

Per lo scambio poi delle barche che si scontrano abbisogna il naviglio a fior d'acqua di una larghezza di circa tre a quattro metri maggiore della doppia larghezza di luce delle porte delle chiuse.

Quindi per questo naviglio soddisfa ad esuberanza una larghezza a fior d'acqua dai metri 15 alli metri 16, che coll'altezza viva di metri 2 e scarpe in ragione sesquialtera dell'altezza, si ottiene con una limitata larghezza di letto di metri 10; tale è perciò la modalità di sezione che si adotta per la sistemazione di questo naviglio, trovando oltre al bisogno esuberante la larghezza di letto di metri 12 che sarebbe stata progettata dall'ingegnere Ferlini.

23. Li difetti di questo naviglio non si limitano all'interrimento avvenuto nel suo alveo. Esso è pur affetto da viziatissime risvolte incompatibili in un buon naviglio per ciò che allungano fuor di misura la linea di suo sviluppo e rendono ad un tempo pigra e stentata la navigazione.

La Commissione idraulica residente in Modena, durante il primo Regno di Italia al principio del corrente secolo, che pur si era occupata del progetto di regolazione di questo naviglio, avvisava in fatto all'esecuzione di due tagli di nuova inalveazione a raddrizzamento di due grandi svolte; il primo di ben 14 chilometri di lunghezza da sotto la chiusa di Cona fino poco a monte dell'altra di Migliarino, abbandonando l'intermedia chiusa di Valpagliaro; ed il secondo di poco men che tre chilometri per lo raddrizzamento della viziatissima svolta di Campello. E poichè col primo taglio venivasi ad intercettare importanti scoli di campagna, proponeva essa di provvedere alla continuità di questi colla costruzione di speciale botte a sifone per disotto la nuova inalveazione del naviglio.

L'ingente spesa cui impegnerebbe l'apertura di questo nuovo tronco di naviglio, colla costruzione anche di speciale botte, non saprebbesi ravvisarla proporzionata ai vantaggi da ripromettersene, e crederebbesi perciò doverne sconsigliare l'eseguimento. E viceversa trovasi non solo utile ma strettamente indispensabile ad una buona sistemazione del naviglio, ed all'innocuo scarico della piena degli scoli cui pur deve servire, l'altro taglio della svolta Campello a valle di Codigoro, che porta un accorciamento di ben sette chilometri nello sviluppo del naviglio.

24. A questo taglio trovasi doversene associare altri due che, comunque più corti, portano ciò nullameno utile accorciamento di linea e migliore sviluppo

d'alveo, e che conciliano nel tempo stesso qualche economia di spesa, in quanto che lo scavo di approfondamento ed ampliazione d'alveo nel lungo attuale sviluppo delle tortuose risvolte costa più che non l'apertura dei nuovi e corti tronchi di naviglio contemplati dagli avvertiti tagli. E son queste le due svolte, la prima fra Contropò e Viconovo, e la seconda quella viziatissima di Medellana. Avrebbesi desiderato di tagliare anche la viziatissima svolta nella quale cade la chiusa di Tieni, ma non lo si avrebbe potuto fare senza abbandonare la chiusa stessa, o senza ricostruirla a nuovo, il che non torna compatibile con altri riguardi e sopratutto per l'ingenza della spesa (1).

Colla esecuzione dei tagli così proposti la lunghezza di sviluppo del naviglio va a ridursi nei successivi suoi tronchi:

fra il ponte di S. Paolo e Cona	da chilometri	8,999	a chilom.	8,999
» Cona e Valpagliaro	»	19,365	»	17,214
» Valpagliaro e Migliarino	»	10,645)	»	22,854
» Migliarino e Tieni	»	13,934)		
» Tieni e la foce in mare	»	30,239	»	23,192
Ed insieme	da chilometri	83,182	a chilom.	72,259

Si ottiene conseguentemente un accorciamento di chilometri 10,923 sopra chilometri 83,182, poco meno di un settimo del totale sviluppo.

26. Come fu avvertito, questo naviglio anche nei momenti di assoluta magra va pur sempre alimentato da un qualche povero deflusso d'acqua che si farà sentitamente maggiore quando vi saranno introdotte anche le acque di Burana e quando verrà notabilmente profondato il condotto generale che raccoglie tutti gli scoli. Ne deriva da ciò che il pelo del naviglio fra chiusa e chiusa non può mai disporsi rigorosamente orizzontale, ma dovrà assumere anche in magra una sebben povera cadente.

Ricorda il Guglielmini, dietro riscontri appunto in questo naviglio fatti, che mentre credeva assolutamente stagnante l'acqua, perchè non vi scorgeva il più

(1) Abbiamo escluso il grande taglio di nuova inalveazione da Cona a Medelana, suggerito dalla Commissione di Modena, perchè col conservare del resto tutto l'attuale inferior tronco di naviglio da Medelana al mare, esso sarebbe stato assolutamente insufficiente a dare una navigazione veramente buona e spedita. Questa non potrebbesi altrimenti ottenere che con altri grandiosi tagli, anzi coll'aprire assolutamente un nuovo naviglio da Ferrara al mare, col quale potrebbesi anche eminentemente meglio provvedere a tutti gli scoli ferraresi.

Senza proporre grandiose innovazioni in questo naviglio, ci limitiamo a regolarlo per modo da renderlo capace anche alla portata di piena che vi immetterà il Burana, non solo senza pregiudizio, ma migliorando ben anche le condizioni di quella sistemazione che era stata progettata dall'Ingegnere Ferlini.

lontano indizio di moto, la somma dei salti misurati alle chiuse non corrispondeva colla differenza di livello ottenuta da esatta livellazione. Sicchè dedusse la effettiva cadente di pelo nella quale restava disposto il naviglio in ragione di un'oncia bolognese per miglio ferrarese, lo che equivale a metri 0,024 per chilometro.

Questa misura può ben corrispondere con un ordinario stato magro e povero d'acque nel naviglio, ma nei momenti di un'assoluta siccità la si ravviserebbe forse un po' superiore al vero. E volendo peccare piuttosto in difetto che in eccesso, credesi di poter limitare a quindici millimetri per chilometro la cadente minima di pelo magro fra chiusa e chiusa. E parallelamente a questa si intende perciò di regolare la disposizione del letto, colla cadente cioè di metri 0,015 per chilometro, nella certezza che non potrà così mai mancare in nessun punto l'altezza d'acqua necessaria alla navigazione, restando sostenuta dalle porte fra l'una e l'altra chiusa.

27. Come mostra il profilo di livellazione che abbiamo tolto dal progetto Ferlini regolandolo all'orizzontale della livellazione della Commissione internazionale, l'altezza del flusso marino è data a metri 7,499 e quella del riflusso a metri 6,899 sull'orizzontale. Assumendo pertanto uno stato medio di mare fra il flusso ed il riflusso si ha un'altezza d'acqua di . . . . . metri 7,199

Eseguito il taglio della grande svolta di Campello, la distanza fra la foce e la chiusa di Tieni riducesi a chilometri 23,192, e poichè anche nei momenti di assoluta magra disponesi il pelo con una cadente di metri 0,015 per chilometro, a Tieni il pelo d'acqua monterà per lo meno più alto sopra quello della foce di . . . . . » 0,348

ossia corrisponderà sull'orizzontale a . . . . . metri 7,547

Ora, siccome l'altezza della soglia delle porte inferiori della chiusa di Tieni corrisponde sull'orizzontale a . . . . . » 5,129

ne risulta che in istato medio di mare e pur magrissimo del naviglio avrà sempre la navigazione un'altezza d'acqua sulla soglia di . metri 2,418

Se l'acqua di mare ribassa col riflusso di metri 0,30 sotto lo stato medio, non di altrettanto si fa sentire il ribasso di pelo d'acqua a valle della chiusa di Tieni che dista dalla foce circa 23 chilometri. Quivi la differenza di pelo corrispondente fra lo stato di flusso e di riflusso non raggiunge nemmeno metri 0,40, ossia il pelo non discende nel riflusso più di metri 0,20 sotto lo stato medio.

Conseguentemente nelle attuali condizioni, lungi che possa mai mancare l'altezza normale d'acqua sulla soglia delle porte inferiori alla chiusa di Tieni,

si avrà sempre una generosa altezza viva d'acqua, superiore al bisogno, quando anche si combini lo stato di massimo riflusso marino coll'estrema magra d'acqua nel naviglio.

Questa soglia potrebbe appunto per ciò essere senza nessun pregiudizio rialzata di circa metri 0,20; ma nell'intento di conservarla nell'attuale suo stato accorderemo a questa chiusa un salto di altrettanto maggiore sopra quello che si dà fra le soglie a monte ed a valle delle altre chiuse, onde minorare così lo sterro di approfondamento del naviglio.

28. Come abbiamo veduto la soglia delle porte superiori della prima chiusa di Cona corrisponde sull'orizzontale a . . . . . metri 9,390
e l'altra delle porte inferiori dell'ultima chiusa di Tieni a . . . » 5,129
Sicche nelle attuali condizioni avvi un totale salto di . . . . metri 4,261
Fra la chiusa di Cona e quella di Tieni, eseguiti che sieno li tagli proposti, si riduce la sviluppata lunghezza del naviglio a chilometri 40,068, nella quale disponendosi in magra il pelo, e conseguentemente regolandosi il letto colla cadente di metri 0,015 per chilometro, viene questo salto a diminuirsi di . . . . . » 0,601
ed a ridurre la somma dei salti a . . . . . metri 3,660

Se si conservassero tutte quattro le attuali chiuse, il medio salto da accordarsi a ciascuna risulterebbe di metri 0,915, veramente meschino, e tanto meno compatibile in quanto che questo salto verrebbe ancora diminuito se, come sarebbe di convenienza, si alzasse di metri 0,20 la soglia delle porte a valle della chiusa di Tieni, che trovasi ad una men necessaria profondità.

E ciò stante credesi utile di conservare le tre originarie chiuse di Cona, di Valpagliaro e di Tieni, che restano abbastanza bene spaziate, e di sopprimere la quarta di Migliarino, che suddivide la distanza fra Valpagliaro e Tieni, statavi aggiunta come puossi credere senza un assoluto bisogno e probabilmente per non ricorrere, come avrebbesi dovuto, allo scavo degli interrimenti che erano succeduti.

29. Dovendosi pertanto regolare i salti di queste tre chiuse per modo da ottenere una spedita navigazione, un felice scarico delle piene degli scoli, cui pur deve servire il naviglio, e nel tempo stesso aver riguardo al minor compatibile sterro di sistemazione dell'alveo, trovasi di limitare il salto delle chiuse di Cona e di Valpagliaro all'altezza di un metro, e di accordare metri 0,20 di più a quella di Tieni per conservare l'attuale altezza di soglia a valle, che come si osservava ammetterebbe anche di poter essere di altrettanto rialzata senza nessun pregiudizio.

In confronto dello stato attuale si regolano pertanto le soglie delle chiuse:

Tieni, soglia a valle	da metri	5,129 a metri	5,129
» » a monte	»	5,016 »	6,329
Fra Valpagliaro e Tieni avvi la distanza di chilometri 22,854,			
e quindi colla stabilita cadente di letto di metri 0,015 per			
chilometro si ha la totale cadente di	»		0,343
Valpagliaro, soglia a valle	da metri	7,593 a metri	6,672
» » a monte	»	8,654 »	7,672
Fra Cona e Valpagliaro avvi la distanza di chilometri 17,214			
e quindi la totale cadente di letto	»		0,258
Cona, soglia a valle	da metri	7,939 a metri	7,930
» » a monte	»	9,390 »	8,930

30. Come qui scorgesi, e come appare dalla grafica rappresentazione del profilo di livellazione, la soglia a valle della chiusa di Tieni è più alta della soglia a monte, e non saprebbesi invero come spiegare questo inconveniente d'arte, che sarebbe stato pur conservato col progetto Ferlini.

La modificazione che si propone così di apportare nelle soglie delle porte di queste chiuse è di molta importanza ad una buona sistemazione del naviglio.

E vuolsi anche osservare come resti limitato a soli metri 0,46 il ribasso da recarsi nella soglia a monte della chiusa di Cona in confronto a quello di metri 0,64 che veniva progettato dalla Commissione internazionale degl'ingegneri pontificii, estensi ed austriaci.

Nè vuolsi ommettere di osservare come nèl secondo dei cinque piani di sistemazione di questo naviglio, progettati dal Ferlini, esso pure proponeva di ribassare detta soglia di metri 0,40, che assai poco differisce dal ribasso che adottiamo.

31. Come si ebbe ad avvertire questo naviglio serve anche di condotto allo scarico delle piene che, nelle stagioni di dirotte ed insistenti pioggie, gonfi vi tributano gli scoli attualmente in esso confluenti, e dovrà in appresso essere eziandio capace allo scarico delle piene che del pari vi porteranno gli scoli attuali di Burana e nuovi che al Burana stesso si vogliono unire.

Sommamente quindi importa di conoscere se la progettata sistemazione di questo naviglio soddisfa al completo scarico di tanta portata di piena senza pregiudizio degli scoli attualmente confluenti nel naviglio stesso.

Per soddisfare a questa ricerca era mestieri di determinare da prima la misura della portata totale di piena che tutti assieme gli scoli sopravvertiti immetteranno

nel naviglio di Po di Volano. E, nota questa, dovevasi desumere le altezze vive necessarie al deflusso dell'acqua nel naviglio per iscaricare tale portata; od in altri termini, determinare quale disposizione assumerà il pelo della piena del naviglio per iscaricare la detta portata.

Coll'appoggio delle osservazioni ombrometriche e coi dati della superficie dei bacini che tributano le proprie pioggie ai differenti condotti di scolo, si desume che la portata di piena che dovrà scaricare il naviglio di Volano è di metri cubi 25,50 al 1", e si trova che l'altezza viva che assumerà il pelo della piena sulla soglia delle porte a monte della chiusa di Cona è di . . . metri 2,440

E poichè tale soglia va regolata all'altezza sulla orizzontale di » 8,930

il pelo della piena monta sulla orizzontale stessa a . . . . metri 11,370

Ora osserveremo che lo stabile Muzzarelli, il quale segna il limite di altezza d'acqua nel naviglio che non pregiudica il deflusso degli attuali scoli confluenti nel naviglio stesso, dà questo limite sull'orizzontale di » 12,275

E pertanto colla sistemazione che progettiamo il pelo della piena resta al di sotto di questo limite di . . . . . metri 0,905

Ciò dipende evidentemente dalla chiamata di sbocco che sente la piena per il salto da monte a valle della chiusa regolata ad un metro di altezza, mentre che nelle condizioni attuali l'interrito alveo del naviglio non accorda da monte a valle di questa chiusa che un salto di soli metri 0,37.

Abbiamo desunto la disposizione che assumerà il pelo della piena tutto lungo l'asta del naviglio dalla foce in mare rimontando alla chiusa di Cona e al ponte di S. Paolo in Ferrara, e i risultamenti ottenuti sono riportati e graficamente rappresentati nel profilo di livellazione che correda questo progetto.

I lavori che sono conseguenza dell'ora esposto piano di sistemazione del naviglio, e che consistono nella regolazione delle chiuse e dei risoratori e nello sterro del nuovo alveo, vengono separatamente e parzialmente rappresentati dagli occorrenti disegni, e la descrizione di questi, colla perizia di stima dell'importo dei lavori, forma speciale allegato del piano

SISTEMAZIONE DEL COLATORE BURANA

32. Il gran colatore Burana viene a formarsi nel modo seguente:

La Fossa-Nasina, il Cannucchio, la Fossetta-della-Zoccola costituiscono il Canale-Quarantoli, il quale raccoglie così le acque che scendono a destra di Secchia fra Mirandola e Concordia e viene a formare il Canale-di-San-Martino. Questo poi a Codadirondine assume il nome di Canal-Rusco. Poco sotto, il Rusco

riceve gli scoli mantovani Cavo Mandriolo, Cavettino ed altri, poi gli scoli di Cavo-di-sotto e Fossanova che scendono da Medola e San Felice per le fosse Reggiana e Pavigiana, ed infine pur quelli che vi porta il Canaletto di Bagnoli che scende dalla Bastia. Ed immediatamente a valle di un ultimo suo confluente che vi porta gli scoli che scendono da Finale, il Rusco viene ad assumere il nome di canal Burana, che scarica infine tutte le acque così raccolte in Panaro per la chiavica Bova di Bondeno.

33. Il canale Rusco non ha alveo propriamente detto; corre attraverso la valle di Redena, seguendo la maggiore avallazione che gli serve d'alveo, e le cui sponde non prevalgon neppure d'un metro sul letto. Ne deriva conseguentemente che anche quando il Burana va povero d'acqua, le valli del serraglio di Redena restano ciò nullameno perennemente coperte d'acqua.

Il letto di Rusco e susseguente Burana è disposto a piano poco men che orizzontale, sfiorando, come si disse, il suolo delle valli di Redena. Ciò succede in effetto della bassa giacitura di queste valli e dell'altezza che ha assunto il letto di Panaro, nel quale, come si disse, per la chiavica Bova confluisce il Burana. E ne deriva di conseguenza che quando lo stato d'acqua del fiume Panaro toglie al Burana lo scarico delle proprie acque, il continuo afflusso degli scoli che riceve porta inevitabile allagazione sulle valli e campagne che attraversa, raggiungendo fin anche l'enorme altezza di metri 3,04 d'acqua sul suolo dell'ampia valle di Redena.

È quindi evidente che non può esservi salvezza pel circondario consorziato di Burana se non col procurare alle acque di questo gran colatore un perenne scarico indipendente dal fiume ed in un punto più depresso di quello che possa accordare il letto di Panaro.

34. Fu già avvertito che per conseguire tale intento si avvisò di portare lo scarico delle acque di Burana nel naviglio di Po di Volano, e già si disse che a tal uopo una Commissione internazionale di ingegneri pontificii, estensi ed austriaci ha redatto un formale progetto delle opere da eseguirsi per sistemare il colatore Burana attivando la botte già costruita sotto Panaro, e per aprire inferiormente a questa il condotto generale od isolato per le sole acque di Burana o congiuntamente a quelle del Tassone ed altri scoli fino ad immetterle nel naviglio di Po di Volano a monte della chiusa di Cona.

35. L'esame di questo progetto fa conoscere che la Commissione, coltivando l'idea di ottenere generosa cadente di letto, all'origine del condotto che regola

conserva l'altezza attuale di fondo di canal Rusco, e lo fa discender poi nel successivo Burana fino alla botte sotto Panaro con cadente di metri 0,12 per chilometro; assegna quella di metri 0,10 al nuovo condotto che progetta dalla botte di Panaro al ponte di S. Paolo di Ferrara; di metri 0,21 fra il ponte di S. Paolo e quello di S. Giorgio, ed in fine di soli metri 0,033 per chilometro al naviglio da S. Giorgio a Cona.

Per ottenere tale disposizione di letto nel condotto trova il bisogno, e quindi propone di ribassare di metri 0,64 la soglia delle porte superiori della chiusa di Cona.

A tutto il tronco di canale Rusco e Burana superiormente alla botte di Panaro assegna metri 10 di larghezza al letto con scarpe pendenti in ragione sesquialtera dell'altezza. Al disotto della botte di Panaro fino alla confluenza del Tassone, malgrado la minor cadente assegnata al letto e malgrado la confluenza di nuove acque che riceve il condotto, la Commissione limita a soli metri 6 la larghezza del letto di questo tronco, svasandone però alcun poco l'alveo col procurare due marginali banchine larghe ciascuna metri 2 ed altrettanto alte sul letto.

Al disotto della confluenza del Tassone fino al ponte di S. Giorgio porta la larghezza del letto dalli metri 6,00 alli metri 8,50 colle stesse banchine di svasamento.

Infine porta a metri 12 senza banchine la larghezza del naviglio dal ponte di S. Giorgio alla chiusa di Cona.

36. Non appare che la Commissione siasi nè punto nè poco occupata nella ricerca della portata di piena, che nelle stagioni di insistenti e dirotte pioggie raccoglie il condotto dagli scoli gonfi delle campagne e delle valli, e certamente da ciò deriva la men opportuna sistemazione progettata.

La conoscenza della portata di piena che deve scaricare il condotto nei differenti e successivi tronchi è la prima essenziale ed indispensabile ricerca della quale è d'uopo occuparsi nello studio di una buona sistemazione di scoli, ed a questa ricerca ci siamo perciò prima di ogni altra cosa applicati.

37. La portata di piena delli varii condotti di scolo non poteva essere altrimenti determinata che dietro la ricerca delle superficie di latifondo scolante corrispondenti alli differenti condotti, e dietro li dati della massima quantità di pioggia che può cadere su questi bacini scolanti, dai quali poi l'acqua scendendo nelle fosse di corrivazione viene a raccogliersi nel condotto maestro.

E pertanto coll'appoggio di esatte osservazioni ombrometriche, e dietro la

ricerca fatta delle superficie di latifondo dei bacini scolanti, competente alli differenti condotti di scolo, abbiamo determinato la portata di piena delli condotti stessi e delli varii e successivi tronchi del condotto principale e maestro, nel quale viene poi la piena a raccogliersi. Siffatte ricerche sono sviluppate e raccolte nell'unito Allegato a pag. 169.

38. Intanto osserveremo che, come lo avvertiva anche il Lombardini nell'esame di questo progetto della Commissione, la portata della piena di Burana, che raccoglie tutti gli scoli superiori, è molto grossa e certamente superiore a quanto non supponeva forse la Commissione stessa, motivo per cui trovasi assolutamente inattendibile il da essa progettato piano di sistemazione.

Diffatti la portata di piena del canale Burana la si desume di metri cubi 17,60 al minuto secondo, ed allo scarico di tale portata per entro di un alveo quale lo progetta la Commissione con cadente di letto di metri 0,10 per chilometro, con larghezza di metri 10 e scarpe pendenti in ragione emiolia dell'altezza, abbisognerebbe un'altezza viva di metri 2,08 sul letto. E poichè all'origine del condotto la Commissione conserva il letto all'altezza di metri 13,20 sull'orizzontale della livellazione, il pelo della piena monterebbe all'altezza di metri 15,28; ma il suolo delle valli di Redena non prevale che di metri 13,80 sull'orizzontale stessa. È quindi palese che anche ammettendo libero e non impedito il deflusso di piena, resterebbon pur sempre dette valli coperte da ben due metri d'altezza d'acqua sul suolo.

39. Altra verità riconosciuta dal Lombardini, e che risulta dalle fatte ricerche di portata di piena, è pur questa; che la maggior copia d'acqua che convoglia il Burana vi è tributata dagli scoli delli latifondi superiori di alta giacitura, i quali potrebbon perciò trovare sempre felice scarico in Po, anche quando il gran fiume corre gonfio in piena.

E di quì il Lombardini prende argomento per consigliare il partito di separare le acque alte dalle basse, per immettere lo scarico delle prime in Po, e non condurre che solo le seconde a sottopassare il Panaro e sfociare nel naviglio di Po di Volano.

Da noi pure si accarezzava questo partito, che a prima giunta ci avrebbe presentato certa facilità di esecuzione per separare le acque alte dalle basse, col raccogliere cioè le prime nel condotto Cavo Mantovano per immetterle con breve taglio di nuova inalveazione nel Bondiolo, opportunamente sistemato, e col profittare di poi di tutti e due li condotti Canaletta e Bondiolo, dei Serragli di Carbonara e Pilastri, che hanno già foce in Po per le chiaviche Pilastresi. Sarebbe

stato del resto agevole con qualche botte di provvedere agli scoli dei due serragli raccogliendo le acque basse di questi assieme a quelle pur basse che conservate in Burana si conducono a sottopassare il Panaro.

Ma le acque alte che verrebbesi così a raccogliere in un separato e speciale condotto bisognerebbe pur sempre che potessero restar contenute nel condotto stesso, a quell'altezza cioè che rendesi necessaria affinchè ottengano scarico in Po, anche quando il pelo del fiume monta in alta piena. Bisognerebbe pertanto che tale condotto venisse indeclinabilmente marginato da argini alti poco men di quelli che presidiano il Po. E poichè tale condotto attraverserebbe le maggiori profondità delle valli di Redena e di Pilastri sopra una estensione di poco men che venti chilometri, scorgesi quale gigantesca impresa sarebbe codesta, e certamente tanto meno opportuna quando sia dato di poter altrimenti provvedere alla bonificazione delle valli in questione. Non è questo il caso che basti evitare la refluenza delle piene di Po su per lo condotto pel quale si vorrebbe scaricare nel gran fiume le acque della parte alta del territorio scendenti in Burana. Nè quindi è del caso che si possa provvedere con una chiavica allo sbocco, da chiudersi appunto nel caso di dette piene, perchè tanto grande è la copia delle acque scendenti dai terreni alti, e tanta la durata che sogliono mantenere le piene di Po, che la chiavica riuscirebbe assolutamente infruttuosa per la ragione che mentre s'impedisce la refluenza del Po, avverrà che il condotto di scolo si gonfierà prestamente colle proprie acque, e, soperchiate le sponde e gli argini, inonderà vastamente la campagna, a meno che gli argini stessi non avessero pur sempre la sommità a livello della piena del gran fiume recipiente, nel qual caso la chiavica sarebbe superflua, ed anche pericolosa se la si volesse istituire e tener chiusa.

40. Abbiamo osservato come il piano di sistemazione progettato dalla Commissione non sia attendibile essenzialmente per ciò che propone di conservare nelle attuali condizioni l'altezza del letto di Burana alla sua origine. Ed è al certo evidente che se vi ha possibilità di bonificazione delle valli di Redena, essa sta nell'aprire profondo il cavo d'alveo del condotto che le attraversa per modo che possa contenere e scaricare la piena senza che straripi. Ed è del pari d'uopo che il condotto generale corra sempre con letto così profondo, che le altezze vive del pelo della piena sul letto stesso non possano pregiudicare al deflusso degli scoli che in esso condotto devono confluire.

Certamente data essendo di posizione l'altezza del punto estremo di sfociatura del condotto generale nel naviglio di Po di Volano a Cona, è evidente che quanto più si profonda il cavo all'origine del condotto, tanto più si perde nella

cadente da potersi assegnare al letto del condotto stesso; ma alla minor cadente di letto è sempre dato di poter sopperire con più generosa area di sezione dell'alveo.

D'altronde ciò che favorisce lo scarico della piena non è gran fatto la cadente che vogliasi assegnare al letto, ma sibbene quella che può assumere il pelo della piena stessa.

41. Queste acque del colatore Burana voglionsi immettere nel naviglio di Po di Volano, ma tale immissione non può essere fatta che sotto condizione che non resti menomamente pregiudicato lo scarico degli scoli che attualmente confluiscono nel naviglio stesso.

A tale condizione si soddisfa quando il pelo d'acqua del naviglio non superi il determinato limite demarcato con lapide infissa nella spalla del sostegno di Cona, detto *Stabile Muzzarelli,* il qual limite riferito all'orizzontale del profilo di livellazione corrisponde all'altezza di . . . . . metri 12,28

D'altra parte perchè resti evitata l'allagazione delle valli di Redena conviene per lo meno che il pelo della piena non superi l'altezza del suolo di queste, che è dato sull'orizzontale del profilo stesso a . . . . » 13,80

Quindi perchè restino soddisfatte tali due condizioni il pelo della piena non può assumere maggior cadente di . . . . . metri 1,52 sopra una totale lunghezza di condotto di circa 38 chilometri, lo che viene a corrispondere ad una cadente di metri 0,04 per chilometro.

42. Colla sistemazione del naviglio di Po di Volano, precedentemente studiata e definitivamente stabilita, si ottiene non solo di rendere l'alveo del naviglio capace allo scarico della intiera portata di piena degli scoli attualmente confluenti nel naviglio stesso, unitamente anche alle nuove acque che vi porterà il Burana, ma si ottiene ben di più che il pelo della piena a Cona resti anche alquanto di sotto del limite portato dallo stabile Muzzarelli. Tale circostanza consente in fatto che il pelo della piena assuma un po' di maggior cadente; e per condurre il letto del condotto parallelo al presupposto pelo della piena, abbiamo potuto stabilire definitivamente di assegnare una cadente di letto di metri 0,05 per chilometro rimontando dalla regolata soglia delle porte superiori della chiusa di Cona; cadente che adottiamo occupandoci della necessaria riforma del progetto della Commissione.

43. Nella sistemazione di un condotto di scoli, nel quale mano mano vengono a confluire nuove acque, se vuolsi conservare costante l'altezza viva del pelo della piena sul letto è d'uopo assegnare al condotto stesso una sempre maggior

larghezza di letto proporzionata all'incremento di portata che li nuovi confluenti vi tributano; viceversa, se conservasi costante la larghezza di letto e la modalità di sezione, le altezze vive del pelo della piena sul letto vanno a farsi ognor maggiori proporzionatamente agli incrementi di portata d'acqua che riceve dai nuovi confluenti.

Ora, nella circostanza che il condotto generale nel tronco inferiore attraversa fondi notabilmente più elevati che non son quelli del tronco superiore, e che conseguentemente approfondando di molto il letto, qualche maggior altezza viva di pelo della piena su di questo nel tronco inferiore non può punto pregiudicare al deflusso degli scoli che deve ricevere, e d'altronde moltissimo importando che l'altezza viva del pelo della piena monti quanto meno è possibile alta nel tronco superiore che attraversa bassi fondi, si adotta di conservare costante la larghezza di letto e la modalità di sezione per tutto il condotto generale degli scoli rimontando dalla chiusa di Cona alla botte sotto Reno e sotto Panaro ed eziandio per tutto il canale Burana a monte di quest'ultima botte.

44. Questo partito è anche consigliato dai riguardi di maggior economia che si ottiene nello sterro del nuovo alveo del condotto, e può anche essere con maggior sicurezza coltivato, per ciò che se negli ultimi inferiori tronchi l'afflusso di maggior copia d'acqua induce qualche maggior altezza viva di pelo della piena sul letto, questa per altra parte si fa poi sempre men sentita dipendentemente dalla chiamata di sbocco che succede per lo salto della chiusa di Cona; chiamata di sbocco che sebbene in piccola misura va pure in piena a farsi sentire fino a valle della botte sotto Reno.

E pertanto essendo indispensabile, come si disse, riformare il progetto della Commissione, si adotta di sistemare il nuovo condotto generale degli scoli colla costante cadente di letto di metri 0,05 per chilometro a rimontare dalla soglia superiore delle porte della chiusa di Cona che viene regolata all'altezza di metri 8,93 sull'orizzontale della livellazione, e coll'assegnare all'alveo di questo condotto la costante sezione normale di metri 10 di letto con scarpe pendenti in ragione sesquialtera dell'altezza.

45. Stabilita così la modalità di sezione e di cadente di letto, colle quali vuolsi regolare l'alveo del nuovo condotto degli scoli, la prima ricerca da doversi fare è quella di riconoscere se esse sono tali da soddisfare all'essenziale condizione di poter scaricare l'intiera portata massima di piena avvenibile senza pregiudizio allo scarico degli scoli che devono affluire nel condotto, e se può ottenersi una più o men completa bonificazione delle valli bondesane.

E pertanto, dopo di aver dedotto come si disse la portata di piena che il nuovo condotto deve scaricare nelli successivi suoi tronchi dall'origine del canale Burana a Cona, si venne con paziente calcolo a dedurre le altezze che il pelo della piena verrà assumendo sul letto e sull'orizzontale della livellazione nei diversi e successivi tronchi del condotto stesso.

Queste ricerche sono dimostrativamente sviluppate nel piano e graficamente rappresentate nel profilo della livellazione che rappresenta l'altezza nella quale verrà a disporsi il pelo della piena massima tutto lungo l'asta del nuovo condotto.

Riportandoci ora alli risultamenti di queste ricerche osserveremo come il pelo della piena monti all'altezza di metri 2,44 sulla soglia delle porte superiori della chiusa di Cona, che viene regolata all'altezza di metri 8,93 sull'orizzontale della livellazione, e conseguentemente all'altezza di metri 11,37 sull'orizzontale stessa. L'altezza dello stabile Muzzarelli, che regola il pelo del naviglio con riguardo al nessun pregiudizio degli scoli che in esso confluiscono, è stabilita a metri 12,28, e se ne deduce di conseguenza che colla considerata sistemazione del naviglio non solo si ottiene di renderlo capace allo scarico della portata di piena anche delle nuove acque di Burana che vi si immettono, ma si ottiene di più il vantaggio che il pelo della piena resterà depresso sotto lo stabile Muzzarelli di metri 12,28 — 11,37 = 0,91. Beneficio rilevantissimo quando vogliasi considerare come nelle attuali condizioni il pelo della piena monta anche di un metro al disopra dello stabile Muzzarelli.

Anche al ponte di S. Paolo, tosto sotto il quale succede la confluenza delle acque di scolo che raccolgonsi in Primaro, è marcato come allo stabile Muzzarelli il limite innocuo della piena, che ivi corrisponderebbe a metri 12,156 sull'orizzontale. Ma nelle condizioni attuali del naviglio la piena supera questo limite anche più di un metro; e poichè colla considerata sistemazione del naviglio e del condotto generale degli scoli, com'è dimostrato, il pelo della massima piena non assume alla confluenza di Primaro che l'altezza di metri 2,83 sul letto, e conseguentemente di metri 12,13 sull'orizzontale, scorgesi come anche coll'introduzione di nuove acque gli scoli confluenti in Primaro, lungi dal soffrire regurgito, godranno di più favorito scarico.

46. Rimontando alla confluenza del Tassone non abbiamo dati di confronto dell'altezza di piena cui nelle attuali condizioni questo condotto di scolo gonfia il Poatello nel quale confluisce; ciò nullameno giova osservare che se in istato ordinario corre poverissimo d'acqua e resta poi anche affatto asciutto, in istato di piena dovendo scaricare una portata di metri cubi 1,72 colla sezione d'alveo e cadente di letto che ha, non può certamente assumere minor altezza viva di

metri 1,50 sul letto, che ci è dato all'altezza di metri 13,15 sull'orizzontale, e quindi desumiamo che le attuali piene di Poatello alla confluenza del Tassone non restino certamente al disotto di metri 14,65 sull'orizzontale. E poichè, come mostra il profilo di livellazione, compiuta la regolazione, il pelo della massima piena non assumerà che l'altezza di metri 3,02 sul letto del nuovo condotto, e quindi metri 12,95 sull'orizzontale, scorgesi qual rilevante beneficio di più favorito scarico godrà il Tassone a sistemazione compiuta.

Con una consimile induzione si proverebbe del pari il rilevante maggior beneficio di scarico che verrà a godere anche lo scolo Savenuzza.

47. La piena di questo condotto generale de' scoli dovendo scaricarsi per le due botti sotto Reno e sotto Panaro, non può non sentire qualche regurgito generando un battente di pelo di piena da monte a valle di ciascuna botte.

Giusta apposite calcolazioni si desume che tale battente di pelo di piena risulta di metri 0,16 per la botte sotto Reno, e di metri 0,13 per l'altra botte sotto Panaro.

Con questi dati, e colle altezze che di conseguenza deve assumere il pelo della piena a valle ed a monte di dette botti, si trova la convenienza di regolare la platea della botte sotto Reno a piano inclinato di metri 0,20 di cadente nella lunghezza di metri 152 fra l'imbocco e lo sbocco. E del pari a piano inclinato anche la platea dell'altra botte sotto Panaro con cadente di metri 0,43 nella lunghezza di metri 102.

Fra l'una e l'altra botte confluiranno nel nuovo condotto lo scolo Angelino ed il Canalino di Cento, attualmente confluenti in Poatello, animato quest'ultimo da un perenne deflusso di piccol corpo d'acqua. Ora nelle attuali condizioni il pelo ordinario del Canalino di Cento assume in Poatello l'altezza di metri 15,69 sull'orizzontale; e poichè, come è dimostrato, il pelo della piena del condotto generale degli scoli a valle della botte sotto Panaro, ove verrà a succedere la confluenza dell'Angelino e del Canalino, assume l'altezza di metri 13,45, scorgesi come il pelo ordinario del Canalino gode di un salto di metri 2,24 sul pelo di piena del condotto generale. Questo salto va evidentemente a farsi di rilevanza assai maggiore collo stato ordinario di acqua nel condotto generale. E pertanto molto gioverebbe di profittare di così utile salto d'acqua per la istituzione che si consiglia di un appostamento di mulini o di altro proficuo opificio.

48. A monte della botte sotto Panaro il canale Burana propriamente detto va, come si disse, regolato sempre colla stessa sezione normale d'alveo e cadente di letto prestabilite per tutto il condotto generale; e per ottenere tale regolazione

rimontando dalla platea a monte della botte sotto Panaro, il letto del canale deve assumere metri 11,13 d'altezza al sito del Follo, ove è attraversato dalla botte della Canaletta del Serraglio di Carbonara. Ma la groppa di questa botte corrisponde in adesso all'altezza di metri 12,45, abbisognerebbe quindi di essere ribassata niente meno che di metri 1,32; opera di difficilissima esecuzione e sicuramente di grave dispendio. E ciò stante si adotta di disfare la canna intestando con muro le luci di imbocco e sbocco del sifone e di raccogliere anche gli scoli del Serraglio di Carbonara a confluire in Burana immediatamente a monte della botte sotto Panaro. A tal uopo già si tenne conto della portata di piena che il Serraglio di Carbonara verrà a tributare in Burana, regolando la confluenza di queste acque colla sistemazione dello scolo Poretta, che è il principale condotto di detto Serraglio.

49. Come dimostra il nostro profilo di livellazione (*Tav.* VI), il pelo della piena al sito della botte di Carbonara assume l'altezza di metri 13,84 sull'orizzontale. L'altro profilo di livellazione datoci dalla Commissione internazionale ci mostra che in questo sito la piena di Burana avvenuta nel 1846 è salita all'enorme altezza di metri 16,84; vedesi quindi com'è rilevantissimo il ribasso che si verrà a conseguire nell'altezza delle piene.

Non vuolsi ommettere che la enorme altezza di metri 16,84 raggiunta nel 1849 dalla piena di Burana procedette dal lungo e continuo afflusso degli scoli gonfi e dal restare continuamente impedito lo scarico dipendentemente dall'altezza di stato d'acqua in Panaro, recipiente del Burana. Ben altra cosa sarebbe stata, ove non fosse rimasto affatto tolto ogni deflusso d'acque. Non pertanto ripeteremo che colla sistemazione considerata dalla Commissione la piena sarebbe pur sempre salita all'altezza di metri 15,28, cioè di metri 1,44 superiore a quella da attendersi colla sistemazione che proponiamo.

50. La regolazione del canale Burana, quale la progettiamo, fa sì che il suo letto all'incile, ove corrisponde la confluenza di Cavo-Mantovano, verrà regolato con uno scavo di approfondamento di ben metri 1,80 circa.

Tanto abbassamento è assolutamente indispensabile per poter conseguire che il pelo della piena resti nel condotto limitato ad altezza tale che permetta per quanto sia possibile il deflusso degli scoli anche della bassa valle di Redena.

51. Ora venendo a dire dei condotti di scolo superiori, che raccolti costituiscono il Burana, osserveremo che vicino al canal Rusco scorre il Cavo-Mantovano, che presenta il vantaggio di un alveo di assai più retto andamento, con un

accorciamento di linea nientemeno che di metri 1845 sopra il tortuoso sviluppo di canal Rusco. Ciò stante non saprebbesi accogliere il partito progettato dalla Commissione di sistemare il canale Rusco nell'attuale suo andamento, e si trova opportuno di sostituirvi la regolazione di Cavo-Mantovano, per ciò che col suo retto andamento e col più corto suo sviluppo deve grandemente meglio favorire lo scarico delle piene, e per ciò ancora che concilia di risparmiare ben metri 1845 di condotto da sistemare.

52. Si divisa pertanto di regolare solo il primo breve tronco di Rusco da Codadirondine alla chiavica Mandriolo, per divertirlo quivi in Cavo-Mantovano assieme alle acque che il Rusco riceve dai condotti di scolo mantovani, il Cavo-Mandriolo, il Cavettino ed altri.

La sistemazione dell'alveo di tutti li condotti di scolo si fa colla costante pendenza di scarpe in ragione sesquialtera dell'altezza, ed al primo tronco di Rusco da Codadirondine alla chiavica Mandriolo si assegna la larghezza di letto di metri 2,50; al successivo primo tronco di Cavo-Mantovano dalla chiavica Mandriolo alla casa Anderlini si dà la larghezza di metri 4; ed infine al secondo tronco da detta casa alla confluenza di esso canale Burana quella di metri 7, meglio regolando con breve taglio di nuova inalveazione la confluenza stessa. Quanto alla disposizione di letto di questo nuovo condotto vi si assegna la cadente di metri 0,15 per chilometro, rimontando dal letto di Burana fino alla casa Anderlini, dove succede la confluenza delle acque della Canaletta di Bagnoli, di Fossanova e Fiorentino, quindi colla cadente di metri 0,25 per chilometro fino alla chiavica Mandriolo, ed infine colla cadente di letto di metri 0,50 per chilometro rimontando in Rusco sino a Codadirondine.

53. Nell'alveo di Rusco, che resterebbe abbandonato inferiormente alla sua deviazione in Cavo-Mantovano, restano la confluenza dello scolo Fiorentino, che forma la continuità del condotto Cavo-di-sotto, poco inferiormente quella di Fossanova, e più sotto ancora quella della Canaletta di Bagnoli.

Importa molto di tener quant'è mai compatibile raccolte le acque, limitando perciò al men possibile il numero e la lunghezza dei condotti da sistemarsi. Con tale vista si avvisa d'immettere, con breve taglio di nuova inalveazione lungo alquanto meno di metri 500, le acque del condotto Fiorentino in Fossanova immediatamente sotto il ponte-chiavica Scalona. Si procura con ciò allo scarico delle acque di questo condotto un accorciamento di linea di ben metri 800 sopra metri 2000 di attuale sviluppo del condotto stesso, e si risparmia nientemeno che metri 1500 di linea di condotto che dovrebbesi altrimenti sistemare.

54. Come si disse, poco sotto la confluenza di Fossanova in Rusco succede quella della Canaletta di Bagnoli, e poco a valle di questa il Rusco si addossa al Cavo-Mantovano per modo che resta soltanto separato da un meschino arginello.

Sempre guidati dal principio di conservare quanto è meglio compatibile raccolte le acque e di risparmiare una men necessaria sistemazione di condotti, tutte le acque così raccolte in Rusco si immettono nel Cavo-Mantovano mediante brevissimo taglio di nuova inalveazione, portandone la confluenza tosto a monte della casa Anderlini, che sta sulla destra di Cavo-Mantovano.

E pertanto dal letto che ha quì il Cavo-Mantovano in corrispondenza all'incile del secondo tronco si rimonterà nel taglio or avvertito e nell'alveo vecchio di Rusco fino alla confluenza della Canaletta di Bagnoli con larghezza di letto di metri 4,50 e cadente di metri 0,15 per chilometro.

L'alveo abbandonato di Rusco rimontando dalla Canaletta di Bagnoli fino a quella di Fossanova si regola con larghezza di letto di metri 3,50, e da questa risalendo il condotto Fossanova fino all'avvertita nuova confluenza dello scolo Fiorentino, si regola l'alveo con larghezza di letto di metri 3,00. Infine il taglio di nuova inalveazione del Fiorentino ed il vecchio alveo di Fossanova, rimontando da detta confluenza al ponte-chiavica Scalona per il primo, ed all'altro ponte Chiavichetta pel secondo, si regolano con larghezza di metri 2,00.

Quanto alla disposizione di cadente del letto la si regola rimontando dalla confluenza della Canaletta di Bagnoli alli due punti avvertiti, colla costante pendenza di metri 0,25 per chilometro.

55. Lo scolo Reggiana, che scende lungo il confine fra Modena e Ferrara, attualmente confluisce nello scolo Gavello, il quale attraversando la valle di Redena si scarica nella Canaletta di Bagnoli per confluire colle acque di questa in canale Rusco, ed a partire dall'avvertita confluenza in Gavello le acque dello scolo Reggiana percorrono un cammino di circa metri 3200 per arrivare in Rusco. Qualora sulla linea del detto confine fra il ponte del Gavello e quello della Chiavichetta si apra una prolungazione di condotto fino ad immettere fossa Reggiana in Fossanova, le acque di Reggiana non avrebbero più a percorrere che un cammino di metri 2800 per arrivare allo stesso punto della confluenza della Canaletta di Bagnoli. Per verità potrebbesi credere troppo piccolo l'accorciamento di linea che se ne ottiene, per consigliare l'esecuzione della nuova fossa di immissione di Reggiana in Fossanova; ma avvi altra circostanza che la impone. Lo scolo Gavello attraversa i più bassi fondi della valle Redena, e perchè esso possa ricevere anche i più bassi scoli della valle stessa giova che non resti sopraccaricato di altre acque; importa quindi che sieno divertite quelle che

attualmente vi porta la fossa Reggiana. E perciò, come si disse, vuolsi aprire sulla linea di confine fra li due ponti del Gavello e della Chiavichetta una nuova fossa di immissione del condotto Reggiana in Fossanova con larghezza di letto di metri 1,50, e rimontare poi, del resto, colla sistemazione di tutta la fossa Reggiana dal ponte del Gavello fino al ponte sulla via Reggiana colla limitata larghezza di letto di metri 1,00, assegnandovi la cadente di metri 0,50 per chilom. risalendo dal ponte della Chiavichetta all'insù.

56. La canaletta di Bagnoli in tutta la sua lunghezza attraversa le maggiori profondità della valle Redena, e per tale circostanza è giocoforza darvi piccola cadente di letto, sopperendo con generosa larghezza d'alveo per ottenere quella limitata altezza viva di pelo sul letto che ammetta l'afflusso anche dei più bassi scoli.

Si stabilisce pertanto di rimontare dal letto di Rusco e di Cavo-Mantovano, nel quale la Canaletta di Bagnoli confluisce, colla costante cadente di letto di metri 0,15 per chilometro e con larghezza di metri 4,50.

Anche lo scolo Dogarolo, che seguendo la via Reggiana confluisce nella Canaletta di Bagnoli, abbisogna di qualche regolazione a maggior profondità di letto, affinchè conservando depresso il pelo delle sue piene possa ricevere l'afflusso degli scoli dei bassi fondi che attraversa. Si considera pertanto di sistemarlo sotto cadente di letto di metri 0,50 per chilometro, rimontando dal letto di Bagnoli, nel quale confluisce, colla sola limitata larghezza di letto di metri 1.

57. Nella Canaletta di Bagnoli, come si disse, confluisce lo scolo Gavello, dal quale venendo divertite le acque di fossa Reggiana che attualmente lo sopraccaricano, non d'altro provvedimento esso abbisogna oltre quello di essere approfondato di letto, onde possa ricevere anche i più bassi scoli della valle di Redena.

Si avvisa pertanto di regolare questo scolo rimontando dal letto della Canaletta di Bagnoli, nella quale confluisce, colla cadente di metri 0,15 per chilom. e colla sola larghezza di metri 1,00 di letto.

58. Resta dopo ciò a dire dello scolo Dogaro-Ugozzone, che confluisce in Burana poco a monte della nuova confluenza di Cavo-Mantovano. Esso ha piccola portata di piena, e perciò non d'altro abbisogna che di essere approfondato di letto, onde possa conservare depresso il pelo delle sue piene e ricevere così gli scoli anche dei più bassi fondi che attraversa.

59. Come si ebbe a dire, il Rusco percorre longitudinalmente la valle di Redena, la cui maggiore avvallazione gli serve d'alveo, e perciò tutto il tronco di Rusco abbandonato inferiormente alla deviazione in Cavo-Mantovano a valle della casa Anderlini può molto opportunamente servire a raccogliere li più bassi scoli della valle stessa. Ed a tale uopo altro non abbisogna che di aprire una piccola ma profonda fossa per entro l'alveo abbandonato dal Rusco stesso.

Per completare pertanto la interna sistemazione di tutti li condotti di scolo del circondario di Burana, si propone di regolare l'alveo abbandonato del Canale Burana, nell'ultimo suo tronco rimontando dalla nuova confluenza di Cavo-Mantovano fino all'attuale confluenza di Dogaro-Ugozzone con larghezza di letto di metri 3,00; quindi lo scolo Dogaro rimontando dalla confluenza fino alla chiavica Mussona, con larghezza di metri 2,00 di letto, e superiormente fino al confine fra Modena e Ferrara, lo si regola con larghezza di metri 1,50.

Quanto alla disposizione di cadente di letto, partendo dalla confluenza di Cavo-Mantovano con un'altezza di mezzo metro superiore a quella che ha quivi il letto di Burana, si rimonta sempre con una pendenza di metri 0,25 per chilometro, tanto nel condotto Ugozzone, quanto nell'alveo abbandonato di Rusco. Ed alla fossa, che entro di questo progettasi di aprire, si assegna la sola larghezza di un metro di letto.

60. Colle prestabilite cadenti di letto, e colle assegnate ampiezze di sezione, si volle conseguire che il pelo della piena resti ovunque depresso sotto il suolo dei fondi e valli dai condotti attraversate; sicchè non è punto bisogno che detti condotti vengano marginati con argini di contenimento delle piene. Ciò nullameno è conveniente arginarli come il più economico modo di disporre la terra risultante dagli scavi.

61. Esposto quanto concerne la sistemazione interna delli condotti di scolo del grande circondario di Burana, or ci fermeremo sopra quanto concerne il condotto generale degli scoli a valle delle botti.

Rispetto alla sistemazione del tronco di naviglio dal sostegno di Cona rimontando al ponte di S. Paolo presso Ferrara, nessuna difficoltà presenta lo approfondamento ed ampliazione dell'attuale sezione d'alveo colle stabilite normali, e se ne regola lo sterro con ogni compatibile riguardo all'economia della spesa.

Il ponte di S. Paolo subito fuori di Ferrara non ha che la sola larghezza di luce di metri 9,00, e per sopraggiunta presentando una direzione molto sbieca all'andamento del canale, risulta per ciò assolutamente insufficiente a poter

scaricare la portata di piena del condotto generale degli scoli; e abbisogna quindi indeclinabilmente di essere ricostruito con non minore larghezza di metri 12 fra le spalle.

62. Tosto a monte del ponte di S. Paolo confluiscono assieme sulla destra il Tassone e sulla sinistra il Poatello, animato quest'ultimo da un perenne vivo corso di piccol corpo d'acqua che riceve dal Canalino di Cento e serve all'appostamento dei mulini Bevilacqua, che imbrigliando nel tempo stesso l'alveo del Poatello e sostenendone il pelo d'acqua, dà origine a due erogazioni: l'una sulla sinistra, altra volta di qualche importanza perchè serviva ad alimentare la fossa di circonvallazione a difesa della fortezza di Ferrara, in adesso non serve più che a dare acqua alle fosse del castello quando il Poatello va abbastanza morbido d'acqua; la seconda erogazione si fa sulla destra alquanto ancor superiormente; questa è temporaria, ma di qualche importanza, perchè serve a dare acqua a vasto stabilimento di maceratoi da canapa.

63. Per ottenere nel condotto generale la necessaria cadente di letto e di pelo della piena fa d'uopo, come si disse, ribassare la soglia a monte delle porte superiori della chiusa di Cona, e approfondare conseguentemente molto il letto del condotto stesso. È quindi assolutamente incompatibile conservare attraverso il nuovo condotto il detto imbrigliamento dei mulini Bevilacqua. È d'uopo toglierlo; nè ciò porta certo dissesto, avvegnachè questi mulini non sono operativi che per pochi mesi dell'anno, cioè sol quando la stagione piovosa rende abbastanza ricco d'acqua il Poatello. E pertanto onde togliere questi mulini proponesi di accordare un corrispondente compenso al proprietario.

64. Ma, tolto l'attuale sostegno dei detti mulini, vanno naturalmente perdute anche le due erogazioni d'acqua per le fosse del castello di Ferrara e per lo stabilimento dei maceratoi. Perciocchè col grande approfondamento che devesi dare al letto del nuovo condotto di ben metri 2,50 circa sotto l'attuale fondo del Poatello, il pelo d'acqua ordinario, e pur anche quello di massima piena del condotto, resta così depresso da non potere accordare deflusso d'acqua alle avvertite bocche di erogazione. Conveniva quindi studiare se avvi modo di potere altrimenti provvedere a tali usi d'acqua.

65. Fra Bologna e Ferrara esisteva anticamente una comunicazione per acqua. Il naviglio di Bologna aveva continuità da Malalbergo a Ferrara congiungendosi col naviglio di Po di Volano.

Tale comunicazione venne mano mano a mancare per gli interrimenti portati dal Reno, da che questo fiume venne divertito alla bonificazione delle valli di San Martino. E restò poi assolutamente tolta quando si condusse Reno pel Cavo Benedettino in Po di Primaro.

Restituendo il Reno nel naturale suo recipiente, colla immissione di Reno in Po, progettava la Commissione di Modena di ripristinare anche la navigazione fra Bologna e Ferrara. Divisava cioè di aprire un nuovo naviglio fra Malalbergo ed il ramo di Po di Marrara a Torredifossa, per passare poi di quì nel Po di Volano. Ma le condizioni sono in adesso notabilmente ed essenzialmente cambiate. Quelle valli, che la Commissione di Modena supponeva di attraversare coll'apertura del nuovo naviglio, sono in adesso ovunque asciugate e convertite in fertile terreno aratorio. Sicchè il beneficio che si volesse ripromettersi colla apertura del nuovo naviglio non potrebbe or più compensare l'ingente dispendio che dovrebbesi sostenere per una tal opera. Oltre la rilevante spesa dei movimenti di terra per l'apertura del nuovo alveo e degli argini coi quali dovrebbesi marginarlo, gravissima risulterebbe quella di compenso alle espropriazioni di fondo. Occorrerebbono due e forse tre sostegni a conca, due o tre botti di molto rilievo sotto il nuovo naviglio per conservare la continuità di importanti condotti di scolo. E molti poi sarebbon li ponti da doversi costruire per conservare le comunicazioni alla strada nazionale, alle strade comunali, a molte consortive e private. Sono circostanze queste delle quali non poteva farsi carico la Commissione di Modena che supponeva di condurre il naviglio quasi ovunque attraverso paludi.

L'opportunità di una comunicazione per acqua ha poi per di più perduto in adesso ogni importanza dopo l'apertura della ferrovia che congiunge quelle due città. E pertanto guidati da queste considerazioni abbiamo creduto di non dover punto riproporre il progetto dell'avvertito nuovo naviglio fra Malalbergo e Ferrara.

66. Ma dovevasi esaminare se al naviglio non si potesse sostituire un semplice canaletto che permettesse di condurre a Ferrara un sufficente corpo d'acqua viva, di che assolutamente difetta quella città, lo che avrebbe potuto togliere la difficoltà della grave spesa. Ma si ebbe lo sconforto di conoscere che per lo consumo e dispersione dell'acqua che discende nel naviglio di Bologna, a Malalbergo non arriva mai che un poverissimo corpo di acqua; e ben di più, che fra l'anno per tre o quattro mesi della stagione estiva non arriva a Malalbergo goccia d'acqua, restando la poca superiormente divertita alle irrigazioni di vaste risaie. Ond'è che sotto questo aspetto sarebbe affatto sprecata la spesa di apertura del nuovo canale, perchè o mancherebbe affatto in esso l'acqua, o si disperderebbe la poca fra via nel lungo corso di circa 15 chilometri.

67. Non potendosi derivare per tal modo l'acqua necessaria alle fosse del Castello, si è studiato se fosse possibile di erogarla dal vicino Po a Lagoscuro. Nelle attuali condizioni, perchè per la bocca di erogazione possa defluire acqua dal Poatello nelle fosse del Castello, conviene che il pelo del Poatello stesso monti all'altezza di metri 13,20 sull'orizzontale Ferlini, e soltanto a poco minor altezza può aversi l'acqua nelle fosse.

Ora dalla livellazione Ferlini desumiamo che il pelo magro di Po corrisponda a metri 10,92 sulla di lui orizzontale, trovasi quindi nientemeno che metri 2,18 più depresso del pelo d'acqua delle fosse del Castello; e quand'anche si ammetta che il pelo magro di Po, riportato dal Ferlini, corrisponda ad una veramente massima magra del gran fiume, e che pur si ammetta che potrebbe essere compatibile una qualche minor altezza d'acqua nelle fosse, per poco che si voglia accordare di pendenza al pelo del condotto da Lagoscuro a Ferrara sopra circa 5 chilometri e mezzo di lunghezza, si fa tosto palese la assoluta impossibilità di erogare acqua dal Po a Lagoscuro ai bisogni delle fosse del Castello.

68. Poco monta che il pelo dell'acqua per entro le fosse del Castello si conservi un po' più od un po' men alto. Ciò che importa si è che l'acqua sia buona e che costantemente si muti, che conservi cioè sempre vivo corso. Dirimpetto all'attuale erogazione d'acqua dal Poatello il letto del nuovo condotto degli scoli va profondato a metri 9,42 sull'orizzontale della livellazione. E questo condotto è regolato per modo da ottenere colla chiusa delle porte di Cona un'altezza d'acqua di metri 2 sul letto, considerata necessaria all'esercizio della navigazione. Sicchè in istato ordinario il pelo d'acqua del nuovo condotto degli scoli assume una altezza di metri 11,42. Perchè sopra di questo pelo possa trovare scarico l'acqua contenuta nelle fosse conviene che essa vi conservi un'altezza alquanto superiore, che assumiamo di metri 0,30. Sicchè il pelo d'acqua nelle fosse del Castello acquisterà così un'altezza sull'orizzontale di metri 11,72.

Nelle attuali condizioni il Panaro all'Imbarco, punto di confluenza del Reno, conserva il pelo della sua magra ordinaria a metri 14,14. Quando sarà condotto nella nuova sua inalveazione, che si apre alla confluenza dei due fiumi uniti in Po, vogliamo ammettere (abbondando) che possa ribassare il proprio pelo metri 0,40 e ridursi così alla sola altezza di metri 13,74. Si ottiene ciò nullameno, fra il pelo di Reno-Panaro all'Imbarco ed il pelo d'acqua da noi stabilito nelle fosse del Castello, una totale caduta di metri 13,74 — 11,72, cioè di oltre 2 metri sopra una distanza di metri 17000 circa.

69. Progettiamo quindi di aprire una bocca di erogazione d'acqua con chiavica

da piantarsi nell'argine destro di Reno nuovo tosto a valle della botte sotto Reno, e di condurre poi il nuovo condotto d'acqua erogata sempre sulla sinistra del condotto degli scoli dalla botte di Reno alle fosse del Castello. Questa erogazione si toglie o si regola nei momenti di piena del fiume, limitando a seconda dei bisogni la quantità di deflusso d'acqua. E può molto opportunamente servire anche a sussidiare d'acqua il naviglio di Volano nei casi di grandi siccità, se mai ne abbisognasse.

Vi ha di più; quando si voglia regolare con maggiore ampiezza di sezione l'alveo del nuovo condotto e con qualche minor cadente di letto, potrebbesi in esso ottenere un sufficiente corpo d'acqua di pelo abbastanza alto da poter servire agli usi d'irrigazione; avvegnachè si potrà pur sempre raccoglierne le colaticcie nel nuovo condotto degli scoli, profondo come è di letto e di pelo da ricevere gli scoli delle più basse campagne.

70. Quanto all'altra erogazione d'acqua sulla destra del nuovo condotto che va allo stabilimento dei maceratoi da canapa, il più ovvio modo di provvedervi si è quello di approfondare la fossa che dall'attuale bocca di erogazione va alli maceratoi quant'è mestieri per ottenere il deflusso dell'acqua dal pelo ordinario del nuovo condotto.

Conseguentemente proponiamo di accordare un congruo compenso alli proprietarii dello stabilimento per la esecuzione del detto approfondamento della fossa di condotta dell'acqua e dei maceratoi stessi, ove ne sia mestieri, o perchè possano aprirli in altra situazione se meglio credono. Altrimenti si potrebbe sempre, dal condotto erogato sulla sinistra del condotto generale, derivare l'acqua a destra mediante opportuni tubi di ferraccio disposti a sifone per disotto il letto del condotto generale stesso.

Osserveremo infine che anche sulla destra del nuovo condotto potrebbesi pur sempre aprire una seconda erogazione d'acqua, che molto opportunamente potrebbe servire non solo a portare acqua alli maceratoi, ma ben ancora agli usi d'irrigazione della campagna, da che, come ripetesi, le colaticcie sarebbero sempre ricevute nel condotto generale de' scoli, e la erogazione potrebbe essere regolata e tolta a seconda degli effettivi bisogni.

71. A monte delle avvertite erogazioni li due scoli Tassone e Poatello corrono l'un d'accosto all'altro sempre per entro l'alveo abbandonato di Po di Ferrara e sono attraversati dalla strada ferrata per a Bologna. Alla continuità delli due scoli attraversati da detta ferrata è provveduto con due ponticelli, l'uno piccolo a volta di cotto sul Tassone, l'altro di luce un po' maggiore sul Poatello a palco

di ferro. Ma anche unite le due luci risulterebbono assolutamente insufficienti a potere scaricare l'intiera portata di piena del condotto degli scoli. Nè questi hanno punto sufficiente profondità di fondazioni da ammettere quel necessario profondamento di letto che richiede il condotto stesso.

È quindi indeclinabile di dover provvedere alla continuità del nuovo condotto colla costruzione di speciale ponte sotto la ferrata, con una larghezza di luce non minore di metri 12 che si assegna a tutti gli altri ponti.

Si progetta pertanto questo ponte con spalle e vôlta di muro, e nel costruirlo, dovendosi pur sempre conservare libero l'esercizio della ferrata, è necessario previamente procurare un nuovo rilevato alla ferrata stessa con apposito ponte provvisorio di legno, quant'è mestieri robusto per deviare su questo l'esercizio della ferrovia durante la costruzione del nuovo ponte che si dovrà piantare nell'allineamento dell'attuale ferrata. La spesa occorrente per questi lavori si considera come facente parte del piano proposto per la generale sistemazione idraulica della provincia, giacchè la Società della strada ferrata ha eseguiti i lavori secondo piani approvati dal Governo, ed essa non può tenersi responsabile delle mutazioni che si avessero in seguito ad introdurre per la migliore prosperità della provincia stessa.

72. Superiormente a questo ponte il Poatello ed il Tassone corrono sempre entro l'alveo abbandonato di Po di Ferrara l'un all'altro addossati, e non divisi che da un argine di terra, e quindi rimontando fino alli ponti di Mezzana e di Porotto, e ben ancora fino all'incontro dello scolo Poazzo, l'alveo del nuovo condotto lo si apre col togliere l'argine di divisione dei due scoli unendo in un alveo comune gli alvei del Tassone e del Poatello, regolandone il letto colla prestabilita larghezza e cadente.

È d'uopo distruggere li piccoli ponticelli che sul Tassone e sul Poatello servono alla continuità delle strade per a Mezzana ed a Porotto, e di rifabbricarli con più ampia luce sul nuovo condotto.

Sempre rimontando viene quindi aperto il condotto generale degli scoli con allargamento e profondamento dell'alveo di Poazzo in tutta la sua lunghezza, e si ritorna poi a seguire il Poatello rimontando fino alla confluenza dello scolo Savenuzza. Prosegue di poi per entro del Cavo-Bondesano, che discende dal Cavo-Serra, entro il quale cade la botte sotto Reno nuovo.

Se insormontabili difficoltà si incontrassero per completare le fondazioni della botte entro Cavo-Serra, e si dovesse altrimenti collocarla alquanto più a monte, come già abbiamo preavvisato nella nostra Memoria sui lavori d'immissione di Reno in Po, sarà mestieri modificare alcun poco l'andamento del nuovo condotto

generale a monte ed a valle della botte stessa, ma sarà questa una piccola modificazione, che si regolerà come meglio all'atto pratico.

Giustificate così le principali ed essenziali proposizioni, ogni ulteriore e più circostanziato dettaglio è dato dai disegni, dalle particolari descrizioni di ogni singolo lavoro e dalle perizie di stima annesse.

Conclusione generale.

Abbiamo ferma opinione che col complesso delle opere da noi proposte nelle suesposte Memorie, e solo con questo complesso si riuscirà ad ottenere compiutamente quei vantaggi che si può ripromettersi dalla sistemazione delle acque mantovane, modenesi, ferraresi e ravennate, alla quale dà occasione la reimmissione di Reno in Po. E crediamo che, soddisfatti così tutti gli interessi, ed anzi migliorate grandemente le condizioni del paese e promossane la prosperità, sia con vaste bonificazioni, sia col perfezionamento di bonificazioni antiche, sia finalmente col riattivare quella importante navigazione del Po di Volano che nello stato attuale delle cose può riguardarsi come perduta, si riuscirà, lo confidiamo, a far cessare quelle reclamazioni che, se in parte erano destituite di fondamento, in gran parte però procedevano da ciò che senza studii sufficientemente estesi e maturati si proponevano piani imperfetti e non abbastanza concreti.

I quali piani, mentre potevano dar occasione a non ingiusti reclami, inducevano poi l'autorità a ricorrere a sempre nuove consultazioni, d'onde scaturivano nuove idee e nuovi divisamenti, che ne lasciavano pur sempre incerto l'esito a cagione della mancanza di precisi particolari di ogni opera che ne mostrassero la possibilità di esecuzione, la sicurezza dell'esito e l'utilità generale che ne consegue; mancanza alla quale abbiamo cercato, per quanto sta in noi, di sopperire.

ALLEGATO.

Ricerca delle portate di piena degli scoli costituenti il gran colatore Burana e di quelli attualmente confluenti nel naviglio di Po di Volano, e delle altezze vive di pelo della piena sul letto che lo scarico di queste portate induce nei successivi tronchi del condotto generale degli scoli e nel naviglio stesso dal suo incile alla foce in mare.

1.° La portata degli scoli che formano il gran colatore, del pari che quella degli altri, che attualmente portano le proprie acque nel naviglio di Po di Volano, non la si può altrimenti dedurre che in appoggio di osservazioni ombrometriche e coi dati delle superficie di latifondo scolante corrispondenti ai diversi condotti che raccolgono le acque di pioggia.

Sopra osservazioni ombrometriche il Lombardini considera di metri 0,15 l'altezza d'acqua che nelle stagioni piovose cade in un mese sopra queste basse campagne e valli. Il Paleocapa, nel suo progetto di bonificazione delle Valli grandi veronesi, che giaciono in non molto dissimile posizione, la considera di metri 0,165. Avvi piccola differenza. Ma più discrepanti poi sono i loro giudizi sulla perdita che succede per evaporazione ed assorbimento di suolo; il Lombardini la considera una metà della quantità piovuta, ed il Paleocapa la limita ad una terza parte. Ma vi ha forse questa circostanza, che il latifondo veronese è strettamente costituito da basse valli di fondo argilloso poco assorbente, mentre la nostra zona di latifondo scolante è nella maggior parte costituita da più alti terreni leggieri, in buona parte coltivati ad aratorio, e quindi meglio assorbenti, e godono fors'anche più favorita evaporazione. Per

tale riguardo, ed anche in vista della maggiore estensione che assume la nostra zona di latifondo scolante, sulla quale difficilmente potrebbesi combinare contemporaneità di dirotte pioggie, credesi poter con maggior confidenza adottare il giudizio del Lombardini, considerando la perdita per evaporazione ed assorbimento di suolo pari alla metà circa della quantità piovuta, coll'assumere cioè pari ad otto centimetri la quota d'altezza d'acqua che piovuta in trenta giorni scende a scaricarsi nei condotti di scolo. Conseguentemente la portata di piena dello scolo che raccoglie le acque di pioggia sulla superficie scolante di un ettaro di terreno risulterà al minuto secondo in ragione di

$$\text{metri cubi } \frac{0{,}08 \times 10{,}000}{30 \times 24 \times 60 \times 60} = \frac{800}{2{,}592{,}000} = 0{,}00031 \text{ prossimativamente.}$$

2.° Non vuolsi disconoscere che le osservazioni ombrometriche provano come avvengano talvolta sì stemperate pioggie, che in soli dieci ed anche otto giorni piove altrettanta altezza d'acqua quanta ne abbiamo noi assunto caduta in un mese. Ma appunto dalle osservazioni ombrometriche contemporaneamente fatte in diversi siti si ha eziandio prova che tali distemperate pioggie sono sempre locali illuvioni. Se piove quì, non piove o molto meno piove là; sicchè dovendosi tener conto dell'acqua piovuta sopra tanto vasta zona di latifondo scolante, l'altezza media assunta ed applicata a tutta la superficie del latifondo stesso non può certamente discostarsi dalla giusta e vera misura da noi assunta.

3.° V'ha di più. Non nello stesso istante che piove giunge l'acqua al punto di scarico nel condotto maestro. Essa impiega non breve tempo nello scendere dal suolo nelle fosse di corrivazione, e da queste nei condotti secondarii e principali per giungere al condotto maestro e nel percorrere questo condotto stesso prima di giungere all'estremo punto di scarico. E pertanto quando si voglia desumere colla maggior compatibile approssimazione al vero la portata d'acqua di pioggia che scarica tanto vasto latifondo, non può essere desunta sopra corto periodo di durata di piogge, ma sopra ragionevole più lato spazio di tempo di persistente stagione di copiose pioggie.

4.° Ciò premesso, passeremo alla ricerca della portata di piena degli scoli che formano il grande colatore Burana, e quindi degli altri che attualmente confluiscono nel naviglio di Po di Volano.

Il gran colatore Burana viene a formarsi dalla fossa Nasina, che raccoglie le acque dei dogali di S. Paolo, di Rame, di Ubertosa e di S. Antonio; e nel Nasina

vengono poi ancora a confluire il Cannucchio ed il Quarantoli, costituiti dagli scoli Seniora, Ramedello, Smira e Bruino, che tutti hanno origine in vicinanza al Secchia e servono allo scolo di terreni di alta giacitura sopra una totale superficie di ettari 14250, che conseguentemente danno una portata di piena nel recipiente condotto canale di S. Martino di . . . . . metri cubi 4,42

Sulla sinistra del S. Martino restano gli scoli del mantovano, i dogali Piva, Spina-secca e Spino del sermidese, i quali scendono a formare il Cavo-Mandriolo, che serve ad una superficie scolante di ettari 4750, che danno perciò la portata di Cavo-Mandriolo di . . . . . » 1,47

Altri scoli del mantovano, cioè i dogali Angarano, Pandaina e Vangadizza, che hanno in adesso insufficiente scarico in Fossalta, si divisa di portarli in Burana, e servendo questi ad una superficie di latifondo scolante di ettari 3080, danno un aumento di portata di piena di » 0,95

Tutte queste acque togliendole dal canale Rusco, nel quale confluiscono, si divisa di immetterle in Cavo-Mantovano, opportunamente sistemato per servire ad una portata di piena di . . . . . » 6,84

5.° Gli altri scoli che attualmente confluiscono in Rusco sono:

Il Cavo-di-sopra e il Cavo-di-sotto, che hanno origine in prossimità alla Mirandola, e che raccolgono le acque di Civitella, di Mortizuolo, di S. Biagio, di Malcanton e delle valli comunali sopra una superficie scolante di ettari 8060, colla portata di piena di . . . . . metri cubi 2,50

Il Canalino, che passa per Cavezzo, Midola e Rivara, raccogliendo la fossa Reggiana, porta poi in Rusco le acque che scendono da un latifondo scolante d'ettari 6350 colla conseguente portata di piena di » 1,98

Queste acque che voglionsi raccogliere nel condotto di Fossanova danno così una portata di. . . . . metri cubi 4,48

Il Dogarolo, che raccoglie gli scoli del territorio finalese, e che, seguendo il confine fra le due provincie di Modena e Ferrara, viene poi a confluire nella Canaletta di Bagnoli, serve ad una superficie scolante di ettari 3860, che danno la portata di piena di m. c. 1,20

La Canaletta di Bagnoli in fine ha origine alla Bastia in vicinanza al Secchia, servendo ad un latifondo scolante di alta giacitura di ettari 12700, e dà la grossa portata di piena di » 3,94

Sicchè le Canaletta di Bagnoli col suo confluente Dogarolo danno la portata di . . . . . metri cubi 5,14 5,14

9,62

Da riportarsi m. c. 6,84

Riporto m. c. 6,84

Anche queste acque che vengono a raccogliersi nell'alveo di Rusco abbandonato inferiormente alla sua deviazione voglionsi tutte immettere in Cavo-Mantovano tosto a monte della casa Anderlini, e corrispondono ad una portata di . . . . . metri cubi 9,62

Sicchè la portata di piena che deve scaricare il secondo tronco di cavo Mantovano inferiore alla casa Anderlini risulta di . . . . » 16,46

6.° Divertiti così tutti questi scoli che raccolgonsi in Rusco, l'inferior tronco abbandonato servirà a raccogliere i soli bassi scoli della valle di Redena, e da ultimo le acque che vi porta il Dogaro-Ugozzone, che ha origine in Finale e raccoglie le pioggie del bacino compreso fra il Canaletto di Bagnoli, il Panaro e l'argine del Serraglio di Carbonara, che col Rusco stesso confluisce in Burana poco a monte della confluenza di Cavo Mantovano; e poichè il bacino scolante è di ettari 5660, si ha la portata di piena di . . . . . » 1,13

che assieme a quella che vi immette il Cavo-Mantovano costituiscono la portata del colatore Burana dalla confluenza di Cavo-Mantovano alla botte sotto Panaro di . . . . . metri cubi 17,59

7.° Essendo incompatibile di conservare la botte sotto il Burana che serve allo scolo Canaletta del Serraglio di Carbonara, è d'uopo di portare anche le acque di questo Serraglio in Burana a sottopassare il Panaro. E pertanto vuolsi raccogliere le acque del Serraglio di Carbonara nel principale suo condotto, il Poretto, per immetterle in Burana tosto a monte della botte sotto il Panaro; e poichè il Serraglio di Carbonara comprende un latifondo scolante di ettari 2610, se ne deduce la portata di piena di » 0,81

E quindi la totale portata di piena che deve scaricare la botte sotto il Panaro va a risultare di . . . . . metri cubi 18,40

8.° Tosto a valle della botte Panaro confluiscono gli scoli: il Canalino di Cento che raccoglie le acque di pioggia sopra un latifondo scolante di ettari 6900 colla portata di piena di . . . . . » 2,14

e l'Angelino che serve ad un latifondo scolante di ettari 1800 colla conseguente portata di piena di . . . . . » 0,56

Sicchè la portata di piena del condotto compreso fra le due botti, che verrà a scaricarsi per quella sotto il Reno-nuovo, risulta di . metri cubi 21,10

Riporto m. c. 21,10

9.° Nel condotto generale che scende a valle di questa seconda botte sotto il Reno-nuovo viene a confluire da prima lo scolo Savenuzza, che compresa la Cassa di Bagnetto serve ad una superficie di latifondo scolante di ettari 1780 colla portata di piena di . . . . . metri cubi 0,55

Più sotto riceve l'altro grosso scolo il Tassone, che raccoglie le pioggie su di un latifondo scolante di ettari 5560, colla conseguente portata di piena di . . . . . » 1,72

Sicchè a valle della confluenza del Tassone il condotto generale serve ad una portata di piena di . . . . . metri cubi 23,37

10. Infine poco sotto Ferrara, a valle del ponte di S. Paolo, nel condotto generale che pur serve di naviglio, confluisce il Primaro o Po di Marara, che raccoglie dalle proprie golene e dagli scoli in esso confluenti con varie chiaviche le piogge sopra una totale superficie scolante di ettari 6810, che danno la portata di piena di . . . . . » 2,11

E pertanto la totale portata di piena che deve scaricare il naviglio di Po di Volano, da S. Giorgio al mare, risulta di . . . . . metri cubi 25,48

11. RIASSUNTO delle lunghezze e portate di piena dei successivi tronchi del condotto generale degli scoli:

		Lunghezza	Portata
Rusco da Codadirondine alla chiavica Mandriolo	m. l.	1780	m. c .4,40
Cavo-Mantovano dalla chiavica Mandriolo alla casa Anderlini	»	3000	» 6,80
Cavo-Mantovano dalla casa Anderlini alla confluenza in Burana	»	4450	» 16,50
Burana dalla confluenza di Cavo-Mantovano alla botte . .	»	7420	» 17,00
Dalla botte sotto Panaro a quella sotto Reno	»	1080	» 21,10
Dalla botte di Reno alla confluenza del Tassone	»	5800	» 21,70
Dalla confluenza del Tassone a quella di Primaro . . .	»	12600	» 23,40
Dalla confluenza di Primaro alla chiusa di Cona	»	7400	» 25,50
Dalla chiusa di Cona a quella di Valpagliaro	»	17560	» 25,50
Dalla chiusa di Valpagliaro a quella di Tieni	»	23670	» 25,50
Dalla chiusa di Tieni alla foce in mare	»	23170	» 25,50

12. Determinate così le portate di piena che deve scaricare il condotto generale degli scoli da Codadirondine alla chiusa di Cona ed il successivo naviglio da Cona al mare, or importa di conoscere le altezze vive che assumerà il pelo della piena sul letto nelli successivi suoi tronchi, colla normale sezione d'alveo

e cadente di letto assegnate al condotto stesso, onde riconoscere se o meno resta soddisfatto l'innocuo scarico degli scoli che deve ricevere, e se ottiensi più o men perfetta la bonificazione delle valli di Redena.

In siffatta ricerca è d'uopo partire dall'ultima sfociatura del naviglio in mare rimontando all'insù per riconoscere se la piena trova chiamata di sbocco che ne favorisca lo scarico, o risenta viceversa rincollo che ne rigurgiti l'acqua nel condotto a monte della foce.

Per questa ricerca ci serviamo della formula dedotta colli criterii di calcolazione svolti nella memoria *intorno alle leggi del moto dell'acqua nei canali e fiumi* del professore Turazza, con qualche modificazione di maggior rigore introdottavi, per tener conto del rapporto fra il contorno bagnato e la larghezza media della sezione viva, che non potrebbesi trascurare nelli condotti di moderata sezione d'alveo. Tale formula è la seguente:

$$p\,D = log \left\{ \frac{1 + 3\,k \frac{H}{(k-H)^2}}{1 + 3\,k \frac{h}{(k-h)^2}} \right\}^{\frac{qk}{6}} - (H - h)\left(1 - \frac{q\,k^2}{A}\right)$$

essendo $k^3 = \frac{C\,Q^2}{a^2 p\,L^3}$; $q = 1 - \frac{a^2 p\,L}{g\,C}$; $A = H(k + 2h) + k(2k + h)$

esprimono le lettere:

Q = portata d'acqua del condotto;
p = cadente del letto;
k = altezza viva sul letto competente al moto equabile;
l = larghezza di letto della sezione d'alveo;
α = pendenza delle scarpe sull'unità d'altezza;
β = sommata lunghezza delle due scarpe sulla stessa unità d'altezza;
L = $(l + \alpha k)$ larghezza media della sezione viva;
C = $(l + \beta k)$ contorno bagnato di detta sezione;
h = altezza viva di pelo d'acqua allo sbocco;
H = altezza viva che si cerca alla distanza D dallo sbocco;
g = 9, 8088 gravità;
a = 47, 07 coefficiente dato dalle sperienze (*Vedi Memoria del Turazza*).

Nell'espressione delle riportate formule tutte le quantità sono date, meno le incognite k ed H, che tentone è perciò d'uopo assumerle tali che soddisfacciano le respettive equazioni.

13. Ora osserveremo che alla foce del naviglio lo scarico della piena può essere difficultato dallo stato di burrasca di mare, ma tali burrasche durano poco ed accordano sempre qualche ribasso coll'alternarsi del flusso e riflusso marino; sicchè il caso più sfavorevole può essere considerato quello di permanente stato di colmo di flusso marino che monta all'altezza di metri 7,50 sull'orizzontale della livellazione.

Nell'ultimo tronco presso la foce il naviglio corre fra basse sponde, e per poco che l'acqua monti, spaglia in larga sezione d'alveo; solo circa a quattro chilometri dalla foce è serrato fra più alte sponde, quindi il regurgito non può cominciare a farsi sentire che là appunto dove resta serrata la piena fra alte sponde, cioè alla distanza di 19 chilometri a valle della chiusa di Tieni, che corrisponde appunto circa a quattro chilomentri dalla foce in mare, e fino a questo punto il pelo d'acqua si conserva sensibilmente orizzontale all'avvertita altezza di flusso marino.

In questo sito il letto del naviglio corrisponde sull'orizzontale a metri 4,28
e la soglia delle porte inferiori della chiusa di Tieni, che si conserva nell'attuale suo stato, corrisponde a . . . . . » 5,13
si ha quindi una cadente di letto di . . . . . metri 0,85
sopra una lunghezza di 19 chilometri.

14. Ora per divenire alle sostituzioni numeriche delle quantità espresse colle lettere dell'assunta formula, abbiamo la pendenza di letto $p = \frac{0,85}{19000}$, la portata di piena $Q = 25,5$, e l'altezza viva nella sezione di sbocco $h = 7,50 - 4,28 = 3,22$, e poichè la sezione normale del naviglio va regolata colla larghezza di letto di metri 10, e colle scarpe in ragione emiolia, abbiamo $l = 10$, $\alpha = 1,50$, $\beta = 3,60$. Con questi dati è d'uopo cercare da prima il valore di k che soddisfa all'equazione $k^3 = \frac{C\,Q^2}{\alpha^2\,p\,L^3}$ e fatte tentone le opportune calcolazioni numeriche troviamo $k = 3,47$, cui corrispondono $L = 15,21$, $C = 22,49$.

Or qui osserveremo che risultando il valore di k maggiore di h, la piena lungi dal restare regurgitata gode della chiamata di sbocco, e l'altezza H montando più alta, h deve non pertanto restare inferiore del trovato valore di k. Diffatti tentone trovasi che la assunta equazione resta soddisfatta col valore di $H = 3,36$, altezza che verrà ad assumere il pelo della piena sul letto a valle della chiusa di Tieni, ossia sulla soglia delle porte inferiori colla quale il letto collima.

15. E poichè la soglia delle porte superiori di questa chiusa va regolata ad una

altezza di metri 1,20 sopra quella delle inferiori, dovrebbe la piena scaricarsi coll'altezza viva di metri 3,36 — 1,20 = 2,16 sulla soglia delle porte superiori; ma siccome l'acqua è costretta a passare per le ristrette bocche della chiusa e del risoratore che vi è annesso, regolate ad una sommata larghezza di luce di metri 10, così succede regurgito, ed il pelo della piena monta effettivamente ad una maggior altezza producendo da monte a valle quel battente che richiede lo scarico della piena stessa, e la cui misura si ottiene colla ricerca del valore di $K_{,,}$ che soddisfa l'equazione:

$$\frac{3\,Q}{m\,L\sqrt{2g}} = (2K_{,,} + K_{,})\sqrt{K_{,,} - K_{,}}$$

nella quale esprime:

Q = la portata della piena ch'è per noi = 25, 50;

m = un coeficiente di riduzione dovuto alla contrazione della vena, che giusta sperienze fatte sopra grandi luci munite di rostri potrebbesi assumere = 0, 90, ma che per peccare piuttosto in difetto che in eccesso poniamo $m = 0, 85$;

L = larghezza sommata delle bocche di scarico = 10;

$K_{,}$ = altezza viva che assumerebbe il pelo della piena qualora potesse liberamente fluire che abbiano trovata = 2, 16;

g = 9, 8088 gravità.

Fatti tentone gli opportuni sviluppi numerici si trova $K_{,,} = 2, 26$.

16. Assunta or questa altezza di pelo della piena sulla soglia a monte come altezza viva $h = 2, 26$ della sezione di sbocco del tronco di naviglio compreso fra le due chiuse, rimontando da Tieni a Valpagliaro, cui corrisponde la distanza $D = 23670$ colla cadente di letto $p = \frac{0, 015}{1000}$, allo stesso modo desumiamo l'altezza $H = 3, 50$ che soddisfacendo l'equazione ci dà il pelo della piena sulla soglia a valle della chiusa di Valpagliaro. E poichè avvi il salto di un metro fra le due soglie a monte ed a valle di questa chiusa, del pari che fra quelle dell'altra chiusa di Cona, e poichè fra questa chiusa di Valpagliaro e l'altra di Cona corre la distanza di metri 17560, così sempre allo stesso modo procedendo giusta gli sviluppi di calcolazioni numeriche da noi riportati nel progetto di dettaglio, desumiamo le altezze di pelo della piena alla chiusa di Valpagliaro di metri 3,50 sulla soglia a valle, e di metri 2,57 su di quella delle porte a monte, ed all'altra chiusa di Cona quelle di metri 3,36 sulla soglia a valle, e di metri 2,44 sull'altra soglia delle porte a monte.

17. Quest'è il metodo di calcolazione che abbiamo seguito per dedurre l'altezza che assumerà il pelo della piena tutto lungo il naviglio da Cona al mare; e sempre allo stesso modo procedendo nel rimontare tutta l'asta del condotto generale degli scoli da Cona alla chiavica Mandriolo ed all'origine delli condotti di scolo in esso confluente, tenendo conto delle precalcolate differenti portate che esso scarica nei differenti suoi tronchi, delle lunghezze dei tronchi stessi e delle pendenze di letto che vi abbiamo assegnate, abbiamo ottenuto i finali risultamenti che graficamente sono rappresentati sul profilo di livellazione, e che or quì raccogliamo nel seguente:

PROSPETTO

delle altezze di letto e di pelo della piena nei successivi tronchi del condotto generale degli scoli e dei condotti secondari riferite all'orizzontale della livellazione.

		ALTEZZE		
		di letto sull' orizzontale	di pelo della piena	
			sul letto	sull' orizzontale
Alla foce del naviglio in mare	metri	4,28	3,22	7,50
A valle della chiusa di Tieni	»	5,13	3,26	8,39
A monte della chiusa stessa	»	6,33	2,26	8,59
A valle della chiusa di Valpagliaro	»	6,67	3,50	10,17
A monte della chiusa stessa	»	7,67	2,57	10,24
A valle della chiusa di Cona	»	7,93	3,36	11,29
A monte della chiusa stessa	»	8,93	4,24	11,37
Alla confluenza di Primaro presso il ponte di S. Paolo	»	9,30	2,83	12,13
Alla confluenza del Tassone	»	9,95	3,02	12,97
A valle della botte sotto Reno	»	10,22	3,05	13,27
A monte della botte stessa	»	10,42	3,01	13,43
A valle della botte sotto Panaro	»	10,47	3,01	13,48
A monte della botte stessa	»	10,90	2,71	13,61
Alla botte di Carbonara sotto il canale Burana .	»	11,13	2,71	13,84
Alla confluenza di Cavo-Mantovano	»	11,27	2,71	13,98
Alla casa Anderlini in Cavo-Mantovano	»	11,90	2,48	14,38
Alla chiavica Mandriolo in Cavo-Mantovano . . .	»	12,65	1,96	14,61
A Codadirondine all'incile di canal Rusco . . .	»	13,54	1,38	14,92
Alla confluenza della Canaletta di Bagnoli e Fossanova	»	12,03	2,42	14,45
Al ponte della Chiavichetta sul Fossanova . . .	»	12,56	1,93	14,49
Al ponte della Via Regina sulla Fossa-Regiana .	»	14,61	1,15	15,76
All'origine di Canaletta-Bagnoli	»	12,70	1,92	14,62
All'origine dello scolo Dogaro-Ugazzone	»	13,30	0,99	14,29

ERRATA

				ERRORI.	CORREZIONI.
Pag.	7	*lin.*	9	tale.....	tali.
»	12	»	14	pregiudichevole.....	pregiudicevole.
»	32	»	11	$\frac{3735}{732} = 102$.....	$\frac{3735}{7,32} = 510,2.$
»	35	»	2	desunta	desunto.
»	41	»	3	metri 8,83.....	metri 3,83.
»	45	»	14	per effetto.....	effetto.
»	46	»	23	possano	possono.
»	48	»	4	da	ad.
»	51	»	7	soddisferanno.....	soddisfaranno.

INDICE

Esposizione delle calamitose condizioni di Reno-Primaro. — Esame dei progetti di radicale provvedimento proposti fin qui. — Proposizione di quelli che si giudicano necessari a compier l'opera ..... *Pag.* 7

Registro delle piene di Reno e di Po dall'anno 1807 all'anno 1862 ..... » 53

Progetto d'immissione di Reno in Panaro, e di Reno e Panaro uniti in Po ..... » 78

Progetto di sistemazione degli scoli bolognesi e ravennati ..... » 111

Progetto di sistemazione del colatore Burana e del naviglio di Po di Volano. — Premesse..... » 137

Sistemazione del naviglio di Po di Volano ..... » 140

Sistemazione del colatore Burana ..... » 148

Allegato. — Ricerca delle portate di piena ..... » 169

...ellazione del Idice dalla Ch:

della ...

DI LIVELI

Po Scol.

vo Con

orto di 1. a 200 /

di 1. a 50000

no

dell'argine destro de

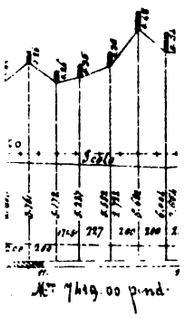
orlire della Chiavi. m

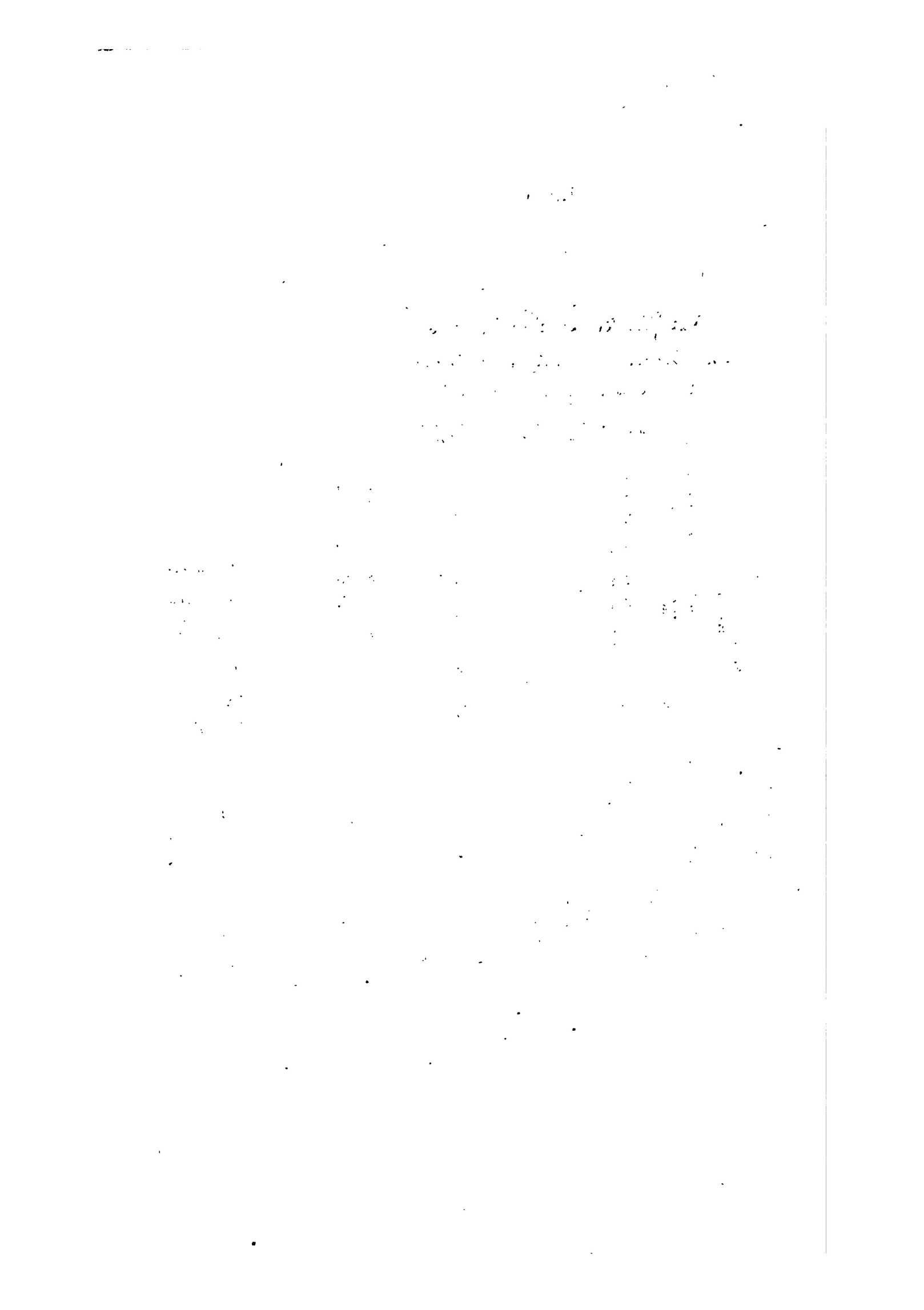
Insegnano già Ca

della Chiavi. Canal

l'embrare della Chi

della Chiavi. Scolo R



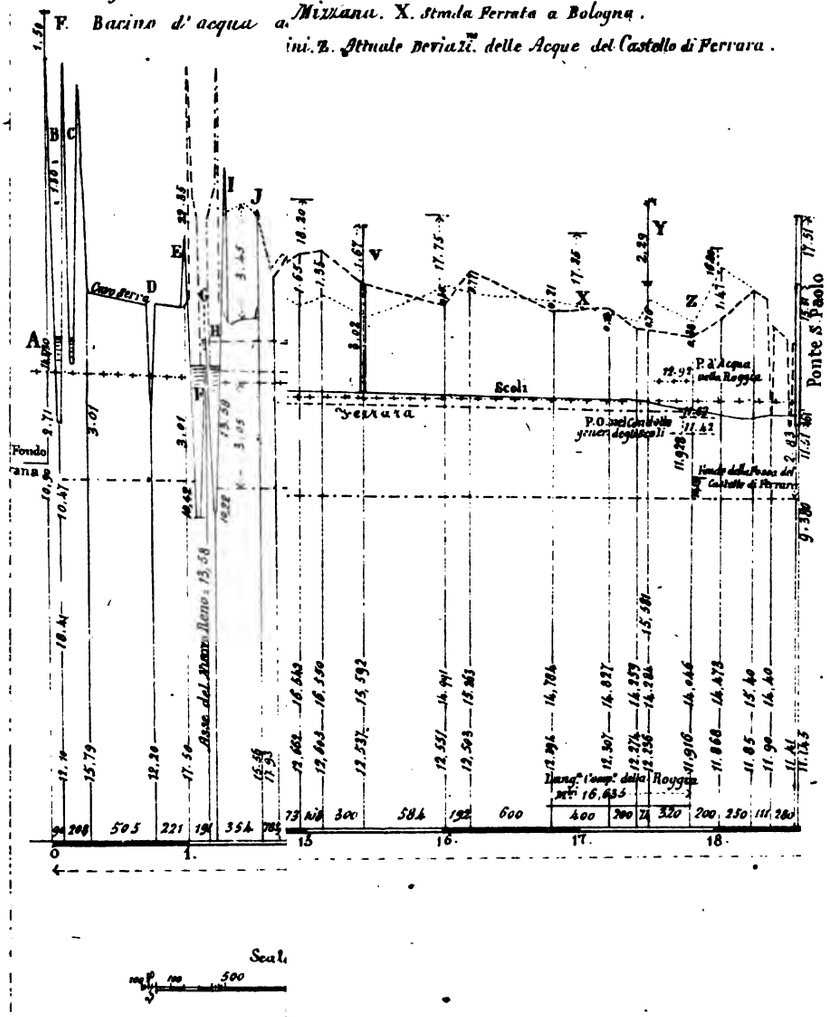


del Condotto Roggia d'acqua potabile.

A. Zero Burana . E ttarco della porta della Casa Vassalli .

C. Alveo di Panaro vivo nale del Tassone. S. Ponte sul Cavo Tassone a Vigarano.
Sbocco del Canalino barotto – Nuovo Ponte in Cotto .

E. Argine a rialto a del Ponte del Fondo Paltrinieri V. Sommità e sottarco del
F. Bacino d'acqua a Mizzana. X. Strada Ferrata a Bologna .
ini. Z. Attuale Deriazi.ne delle Acque del Castello di Ferrara .



Scala

Ariano
Lodigiano

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.

Eng 1018.65
Memorie idrauliche premesse al prog
Cabot Science 006917641
3 2044 092 030 865